



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Gotz et al.
Serial No.: 10/714,692 Examiner: Not yet assigned
Filed: Nov. 17, 2003 Group Art Unit: Not yet assigned
Title: RADIOMETER, SIGHTING DEVICE FOR A RADIOMETER AND METHOD THEREFOR


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

COMMUNICATION

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of German priority document number 103 36 097.2 for the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,


Jeff Rothenberg
Reg. No. 26,429
Attorney for Applicant

Dated: Dec 4, 2003

Heslin Rothenberg Farley & Mesiti P.C.
5 Columbia Circle
Albany, New York 12203
Tel: 518-452-5600
Fax: 518-452-5579
E-mail: jr@hrfmlaw.com

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 36 097.2

Anmeldetag: 06. August 2003

Anmelder/Inhaber: Testo AG, Lenzkirch/DE

Bezeichnung: Radiometer, Visiereinrichtung für ein Radiometer
sowie Verfahren

IPC: G 01 J 5/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stark

Radiometer, Visiereinrichtung für ein Radiometer sowie Verfahren

Die Erfindung betrifft ein Radiometer zur berührungslosen Temperaturmessung an Objekten. Das Radiometer ist ferner mit einer Visiereinrichtung zur Visualisierung der Messfläche des Infrarotsensors auf dem Objekt ausgestattet. Darüber hinaus
5 betrifft die Erfindung entsprechende Visiereinrichtungen. Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur Erzeugung einer sichtbaren Markierung der Messfläche eines Infrarotsensors auf dem Objekt. Schließlich betrifft die Erfindung die Justage von Lichtquellen in der Visiereinrichtung.

Eine Visiereinrichtung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1, 3, 13 und
10 21, ein Radiometer gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 27, sowie Verfahren gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 37, 38, 39, 40, 41, oder 42 sind beispielsweise aus der DE 100 36 720 A1 bekannt.

Radiometer dienen der berührungslosen Erfassung der Temperatur eines Objekts durch die Detektion der vom Objekt ausgehenden Infrarot-(IR)-Strahlung mit einem
15 IR-Detektor. Der Bereich des Objekts, dessen Strahlung vom Detektor erfasst wird, wird als Strahlungsmessfläche oder nur Messfläche des Temperaturmessungsgeräts bezeichnet. Für eine zuverlässige Temperaturmessung ist es wichtig, den Ort und die Größe der Messfläche zu kennen. Ort und Größe der Messfläche hängen von der Ausrichtung des Messgerätes, dem Aufbau des
20 Detektors, den Eigenschaften einer IR-Optik sowie der Messentfernung ab. Es sind verschiedene Bauformen von Visiereinrichtungen zur Messflächenvisualisierung bekannt, die eine sichtbare Markierung im Inneren und/oder am Rand der Messfläche erzeugen.

Die Markierung kann beispielsweise mehrere Lichtpunkte umfassen, die mit einem
25 oder mehreren Lasern und angepassten Abbildungsoptiken am Rand der Messfläche erzeugt werden. Gemäß der DE 196 54 276 A1 werden die Lichtpunkte mit zueinander windschief verlaufenden Laserstrahlen erzeugt, die jeweils mit einem Umlenkprisma in die gewünschte Richtung gelenkt werden.

Aus der EP 0 867 699 A2 und der US 5,368,392 ist bekannt, die Messfläche durch
30 eine durchgehende Umrandungslinie zu markieren. Die Umrandungslinie kann durch einen rotierenden Laser erzeugt werden. In einer anderen Ausführungsform wird ein Laserstrahl durch einen rotierenden Spiegel so abgelenkt, dass er eine

kreisförmige Umrandungslinie auf dem Objekt erzeugt. Wird der Laserstrahl mit einer Frequenz von mehr als 30 Herz bewegt, scheint er eine kontinuierliche Umrandung zu zeichnen. Eine weitere Ausführungsform dieser Schriften verwendet einen Strahlteiler um einen Laserstrahl in mehrere aufzuteilen und den Umfang der
5 Messfläche mit mehreren Punkten zu markieren. Als Strahlteiler kann ein Bündel optischer Fasern verwendet werden. Alternativ hierzu können auch mehrere Einzellaser verwendet werden.

Aus der EP 0 458 200 A2 und US 5,172,978 ist ein Radiometer bekannt, bei dem die Visiereinrichtung coaxial um eine Kombination aus einem Detektor und einer
10 Kondensorlinse angeordnet ist. Mit der Kondensorlinse wird der Detektor fokussiert auf das Objekt abgebildet. Die Messfläche besitzt lediglich die Größe der Sensorfläche des Detektors. Die Visiereinrichtung wird durch mindestens eine Ringlinse gebildet, mit der eine zusätzliche Lichtquelle ebenfalls fokussiert auf das Objekt abgebildet wird. Der IR-Strahlengang ist vom Strahlengang des sichtbaren
15 Lichts getrennt. Gemäß einer Ausführungsform dieser Schriften können zwei Ring-Fresnel-Linsen verwendet werden. In einer weiteren Ausführungsform dieser Schriften kann ein Ringsspiegel zusammen mit einer Ringlinse zur Abbildung des sichtbaren Lichts verwendet werden.

Aus der DE 100 36 720 A1 ist ein ähnliches Radiometer bekannt. Die aus der EP 0
20 458 200 A2 bekannte Ringlinse wird hier als Toroidlinse bezeichnet. Da diese Schrift offenbart, dass Markierungslicht die Rückseite der Toroidlinse trifft, sind auch hier IR-Strahlengang vom Strahlengang des sichtbaren Lichts getrennt. Gemäß einer Ausführungsform bildet die IR-Optik den Detektor entlang einer optischen Achse ins Endliche ab, sodass der Messstrahlengang ein einschaliger Hyperboloid ist. Der
25 entsprechende Markierungsstrahlengang wird dadurch gebildet, dass Licht von der Lichtquelle an der Toroidlinse in geraden Bahnen umgelenkt wird, die windschief zueinander und zur optischen Achse auf einer Hyperboloid-Oberfläche verlaufen, die den Messstrahlengang umschließt. Der Markierungsstrahlengang weist somit eine engste Einschnürung auf. Zur Erzeugung des Markierungsstrahlengangs
30 besitzt die Toroidlinse einen nicht rotationssymmetrischen Linsenkörper, dessen Rückseite eine Kegelfläche und dessen Vorderseite eine stückweise stetige, schraubenförmige Ringfläche ist. Offenbart sind Ringflächen mit einem, zwei, zehn sowie 36 Abschnitten.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein weiteres Radiometer, eine weitere Visiereinrichtung sowie entsprechende Verfahren anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der
5 Unteransprüche.

Vorteilhaft daran, dass die Strahlengänge sowohl des sichtbaren Lichts zum Markieren der Messfläche als auch der IR-Strahlung durch ein und dieselbe Linse verlaufen, ist, dass ein Versatz zwischen den Strahlengängen gering gehalten wird. Auf diese Weise wird eine hohe Übereinstimmung zwischen Markierung und
10 tatsächlicher Messfläche unabhängig vom Abstand zwischen Radiometer und Messfläche erzielt.

Durch die Verwendung eines Umlenkmittels kann der Abstand zwischen IR-Detektor und Lichtquelle ausreichend groß gewählt werden, sodass eine gute thermische Isolierung zwischen IR-Detektor und Lichtquelle erzielt werden kann. Eine schlechte
15 thermische Isolierung zwischen IR-Detektor und Lichtquelle reduziert zumindest die Messgenauigkeit und kann sogar zu Falschmessungen führen.

Um zusätzliche Linsen einzusparen, kann das Umlenkmittel vorteilhafterweise eine Linsenfunktion umfassen, so dass Lichtstrahlen, die das Umlenkmittel an verschiedenen Orten treffen, um unterschiedliche Winkel abgelenkt werden.

20 Vorteilhaft an einem Prisma ist seine geringe Absorption.

Wird das Umlenkmittel durch einen Spiegel gebildet, so kann die Dicke der spiegelnden Metallschicht so gewählt werden, dass die IR-Strahlung den Spiegel fast vollständig passiert und sichtbares Licht fast vollständig gespiegelt wird.

Vorteilhaft an einer Bohrung in der Linsenmitte ist, dass das IR-transparente
25 Linsenmaterial das zu Markierungszwecken dienende sichtbare Licht nicht abschwächt und trotzdem ein Versatz zwischen den Strahlengängen der IR-Strahlung und des sichtbaren Lichts vermieden wird.

Alternativ hierzu kann das Umlenkmittel ein zentrales Loch aufweisen, durch das die IR-Strahlung ungeschwächt auf den IR-Detektor fällt. Das zu Markierungszwecken

dienende sichtbare Licht fällt andererseits durch den Rand der IR-Linse, so dass es nur eine kurze Strecke im IR-transparenten Linsenmaterial zurücklegen muss und deshalb nur wenig abgeschwächt wird.

Eine oder mehrere Linsen im Strahlengang des sichtbaren Lichts können den Strahlengang des sichtbaren Lichts aufweiten. Hierdurch kann vorteilhafterweise der Winkelbereich reduziert werden, um den der sichtbare Lichtstrahl ursprünglich abgelenkt werden muss.

Durch ein Schrägstellen der Linse kann diese in vorteilhafter Weise gleichzeitig als Spiegel dienen. Um die Reflexion von sichtbarem Licht zu verbessern, kann die der Messfläche zugewandte Seite der Linse mit einer dünnen Metallschicht versehen sein.

Vorteilhaft am Steuern der Richtung des Lichtstrahls durch einen Piezoaktuator ist, dass Piezoaktuatoren, insbesondere Piezobiegewandler, preiswert und robust sind und nur eine geringe elektrische Leistung im Betrieb benötigen.

Halbleiterlaser stellen eine intensive Lichtquelle dar, deren Licht mit geringem Aufwand und hoher Genauigkeit parallelisiert werden kann.

Die Befestigung der Lichtquelle an einem Ende des Piezoaktuators vermeidet in vorteilhafter Weise weitere mechanische Bauteile wie Achsen und Lager.

Die Drehung der Lichtquelle um eine Achse, die vorzugsweise durch den Schwerpunkt der Lichtquelle verläuft, führt zu einer geringeren mechanischen Trägheit als eine Befestigung der Lichtquelle am Piezoaktuator. Auf diese Weise kann die Richtung des sichtbaren Lichtstrahls schneller geändert werden.

Eine noch größere Reduzierung der mechanischen Trägheit ergibt sich bei einem System, bei dem der Piezoaktuator einen Spiegel trägt oder selbst verspiegelt ist. Eine dünne, als Spiegel dienende Metallschicht weist nämlich eine im Vergleich zum Piezoaktuator zu vernachlässigende Masse auf.

Bei allen Ausführungsformen, bei denen alle Piezoaktuatoren an einer Seite fest eingespannt sind, müssen keine Anschlussleitungen bewegt werden. Die

Anschlussleitungen können nämlich mit der fest eingespannten Seite des Piezoaktuators verbunden sein.

Eine Markierung der Messfläche durch Punkte weist eine geringere auszuleuchtende Fläche als eine kreisförmige Markierung auf. Bei beschränkter
5 Lichtleistung können deshalb die Punkte heller erleuchtet werden.

Durch das laufflichtförmige Erleuchten von Punkten können zusätzliche Informationen über die Veränderung des Messwerts dargestellt werden. Dabei kann die Richtung das Vorzeichen der Veränderung darstellen und die Geschwindigkeit den Betrag der Veränderung.

10 Durch Blinken der Punkte kann in vorteilhafter Weise ein Alarm dargestellt werden. Der Alarm kann dann ausgegeben werden, wenn der Messwert einen Schwellenwert über- oder unterschreitet.

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei wird Gleiches
15 mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Es zeigen:

Fig. 1 ein Radiometer, bei dem ein sichtbarer Laserstrahl durch ein Prisma umgelenkt wird und durch eine IR-Linse auf das zu messende Objekts fällt;

Fig. 2 ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 1 dargestellte, bei dem das Prisma die Strahlengänge des Laserstrahls aufweitet;

20 Fig. 3 ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 1 dargestellte, bei dem der sichtbare Laserstrahl durch einen IR-durchlässigen Spiegel umgelenkt wird;

Fig. 4 ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 3 dargestellte, bei dem der Spiegel ein zentrales Loch aufweist;

25 Fig. 5 ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 3 dargestellte, bei dem eine Beschichtung einer Linse den IR-durchlässigen Spiegel bildet;

Fig. 6 eine Anordnung von zwei Piezobiegewandlern, um die Richtung eines Laserstrahls zu steuern ;

Fig. 7 eine kardanische Aufhängung eines Lasers von oben;

Fig. 8 eine in Fig. 7 dargestellte kardanische Aufhängung eines Lasers von hinten;

Fig. 9 eine kardanische Aufhängung eines Lasers von oben bei ausgelenktem X-Piezobiegewandler;

5 Fig. 10 eine in Fig. 9 dargestellte kardanische Aufhängung bei ausgelenktem Y-Piezobiegewandler von hinten;

Fig. 11 eine Seitenansicht eines an Drähten aufgehängten Lasers;

Fig. 12 die in Fig. 11 dargestellte Aufhängung eines Lasers von hinten;

Fig. 13 die in Fig. 11 dargestellte Aufhängung eines Lasers von oben;

10 Fig. 14 eine Seitenansicht einer Ausführungsform für die Ablenkung eines Laserstrahls durch verspiegelte Piezobiegewandler;

Fig. 15 die in Fig. 14 dargestellte Ausführungsform von hinten;

Fig. 16 umlaufende Markierungen um die Messfläche;

Fig. 17 ein Blinken der Markierung;

15 Fig. 18 einen sektorisierten Ablenkspiegel;

Fig. 19 ein erzeugtes Punktbild;

Fig. 20 Seitenansicht einer Visiereinrichtung mit einem Piezoaktuator;

Fig. 21 Hinteransicht der Visiereinrichtung mit einem Piezoaktuator;

Fig. 22 Seitenansicht einer Visiereinrichtung mit Spiegelrad;

20 Fig. 23 Draufsicht auf eine Visiereinrichtung mit Strahlsäge;

Fig. 24 Draufsicht auf eine andere Visiereinrichtung mit Strahlsäge;

Fig. 25 Explosionsdarstellung eines Laserrings; und

Fig. 26 Blockschaltbild einer Laserregelung.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines Radiometers 1 mit einem Laservisier. Das Radiometer 1 umfasst einen Pyrosensor 2, eine IR-Linse 3, ein Gehäuse 5, ein Lasermodul 6, eine Linse 7, ein Prisma 8 sowie eine Halterung 9.

Pyrosensor 2 dient als IR-Detektor. In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist
5 der Abstand zwischen Pyrosensor 2 und IR-Linse 3 gerade so groß wie die Brennweite von IR-Linse 3, sodass IR-Linse 3 den Pyrosensor 2 ins Unendliche abbildet. Der Öffnungswinkel φ (Bezugszeichen 13) von IR-Strahlengang 4 ergibt sich als Quotient des Durchmessers von Pyrosensor 2 dividiert durch die Brennweite von IR-Linse 3. Stellt IR-Linse 3 beispielsweise eine 40:1 Optik dar, bedeutet dies,
10 dass der Öffnungswinkel φ 0,025 im Bogenmaß entsprechend 1,4° beträgt. Hieraus ergibt sich in fünf Meter Entfernung eine Messfläche mit 12,5 cm Durchmesser.

Um die Messfläche korrekt zu markieren, sollte der Öffnungswinkel Θ (Bezugszeichen 12) von Visierstrahlengang 11 dem Öffnungswinkel φ des Infrarotstrahlengangs 4 entsprechen. Zu beachten ist, dass die Messfläche nicht
15 scharf begrenzt ist. Vorausgesetzt der Abstand zwischen Messfläche und IR-Linse 3 ist gegenüber dem Durchmesser von IR-Linse 3 groß, weist die Messfläche an ihrem Rand einen Übergangsbereich auf, dessen Breite in radialer Richtung weitgehend unabhängig vom Abstand von der IR-Linse 3 etwa dem Durchmesser von IR-Linse 3 entspricht. IR-Strahlung aus dem Inneren der Messfläche, dessen
20 äußerer Rand vom inneren Rand des Übergangsbereichs gebildet wird, wird bei der Temperaturmessung unabhängig vom Ort ihrer Emissionen weitgehend gleich gewichtet. Innerhalb des Übergangsbereichs wird die Gewichtung von IR-Strahlung um so geringer, je größer der Abstand des Orts ihrer Emissionen von der optischen Achse 17 ist. Am äußeren Rand des Übergangsbereichs erreicht die Gewichtung
25 fast 0. Die Abweichung von 0 außerhalb des Übergangsbereichs erklärt sich u. a. durch Streulicht.

Sind die beiden Öffnungswinkel φ und Θ von IR-Strahlengang 4 beziehungsweise Visierstrahlengang 11 gleich groß, so markiert die Markierung 15 ziemlich genau die Mitte des Übergangsbereichs. Die Abweichung von der Mitte erklärt sich u. a.
30 dadurch, dass die sichtbaren Lichtstrahlen nicht vom Mittelpunkt von IR-Linse 3, sondern vom Lasermodul 6 ausgehen.

Aufgrund der Dispersion des Materials von IR-Linse 3 könnten Lasermodul 6 und Pyrosensor 2 an unterschiedlichen Orten auf optischer Achse 17 angeordnet werden. Zinkselenit (ZnSe), ein populäres IR-Linsenmaterial, weist für sichtbares Licht einen etwas größeren Brechungsindex als für IR-Strahlung auf. Deshalb
5 müsste Lasermodul 6 zwischen Pyrosensor 2 und IR-Linse 3 angeordnet werden, so dass Lasermodul 6 wohl einen Großteil der IR-Strahlung abschattet und durch seine räumliche Nähe zu Pyrosensor 2 diesen erwärmt. Aus diesem Grund wird bei den im Zusammenhang mit Figuren 1 bis 5 beschriebenen Ausführungsformen ein Umlenkmittel verwendet, um sichtbares Licht in den IR-Strahlengang einzukoppeln.

10 In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wird dieses Umlenkmittel durch Prisma 8 gebildet. Prisma 8 ist durch Halterung 9 an IR-Linse 3 befestigt. IR-Linse 3 kann ein Loch 10 aufweisen, um die Absorption von sichtbarem Licht im Linsenmaterial auszuschalten. Halterung 9 kann in Loch 10 mittels einer Presspassung befestigt sein. Prisma 8 und Halterung 9 können aus einem
15 Spritzgussteil hergestellt werden. In einer anderen Ausführungsform kann Prisma 8 auf IR-Linse 3 beispielsweise durch Kleben befestigt sein. Bei dieser Ausführungsform kann die Absorption im IR-Linsenmaterial durch eine höhere Lichtleistung von Lasermodul 6 ausgeglichen werden.

An Stelle der oben angesprochenen 1:40 Optik kann auch eine 1:9 Optik verwendet
20 werden, woraus sich ein Öffnungswinkel ϕ von etwa $6,4^\circ$ ergibt. Es ist schwierig, solche Winkel mit Piezobiegewandlern zu erzeugen. Aus diesem Grund kann eine konkave Linse 7 vorgesehen sein, die den Öffnungswinkel der von Lasermodul 6 ausgehenden sichtbaren Lichtstrahlen aufweitet. Eine solche Aufweitung kann in einer anderen Ausführungsform durch Prisma 8 erfolgen. Zu diesem Zweck weist
25 Prisma 8 eine konkave Totalreflexionsfläche auf. Die Totalreflexionsfläche schneidet in Fig. 1 optische Achse 17 etwa unter einem Winkel von 45° .

Verschiedene Ausführungsformen von Lasermodul 6 werden im Zusammenhang mit Figuren 6 bis 15 beschrieben.

Fig. 2 zeigt ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 1 dargestellte. Abweichend von
30 Fig. 1 wird das zur Markierung 15 der Messfläche dienende sichtbare Licht nicht unter einem 90° Winkel in den IR-Strahlengang 11 eingekoppelt. Vielmehr befindet sich Lasermodul 6 neben Pyrosensor 2, sodass das Laserlicht von hinten

eingekoppelt wird. In keilförmigem Prisma 18 findet im Unterschied zu Prisma 8 keine Totalreflexion des sichtbaren Lichts statt. Vielmehr wird das sichtbare Licht gebrochen. Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform weist Prisma 18 eine konkave Fläche zur Aufweitung des Visierstrahlengangs auf. In einer anderen 5 Ausführungsform kann jedoch auch ein Prisma mit ebenen Begrenzungsflächen verwendet werden. Vorteilhaft an der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist die kompakte Bauweise, bei der trotzdem eine ausreichende thermische Entkopplung zwischen Pyrosensor 2 und Lasermodule 6 erzielt wird.

Fig. 3 zeigt ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 1 dargestellte. Im Gegensatz 10 zu dem in Fig. 1 dargestellten Radiometer wird in Fig. 3 der sichtbare Laserstrahl durch einen IR-durchlässigen Spiegel umgelenkt. Die spiegelnde Schicht wird in einer Ausführungsform durch eine dünne Metallschicht gebildet. Als sichtbares Licht wird üblicherweise rotes Licht mit einer Wellenlänge von 670 nm oder 630 nm verwendet. Die zu messende IR-Strahlung hat eine Wellenlänge im Bereich von 8 15 bis 13 μm . Aufgrund des Skineffekts dringt die langwelligere IR-Strahlung tiefer in eine dicke Metallschicht ein. Die Dicke einer dünnen Metallschicht kann deshalb so gewählt werden, dass sichtbares Licht fast vollständig reflektiert, IR-Strahlung andererseits fast ungeschwächt passiert.

In Fig. 3 ist darüber hinaus Linse 7 durch Glas 32 ersetzt, sodass keine Aufweitung 20 des Öffnungswinkels 12 des Visierstrahlengangs 11 durch Glas 32 erfolgt. Ist eine Aufweitung des Öffnungswinkels 12 erforderlich, kann Glas 32 durch Linse 7 ersetzt werden oder ein gekrümmter, IR-durchlässiger Spiegel 32 verwendet werden. Glas 32 kann auch aus transparentem Kunststoff bestehen.

Fig. 4 zeigt ein ähnliches Radiometer wie das in Fig. 3 dargestellte, bei dem der 25 Spiegel 41 ein zentrales Loch aufweist. Durch das zentrale Loch fällt die IR-Strahlung auf Pyrosensor 2. Aus diesem Grund muss Spiegel 41 nicht notwendigerweise IR-durchlässig sein. Eine IR-Durchlässigkeit ist jedoch vorteilhaft, da mehr IR-Strahlung auf Pyrosensor 2 fällt und somit eine genauere Temperaturmessung möglich ist. Das sichtbare Licht passiert IR-Linse 3 in ihrem 30 dünnen Randbereich und wird aus diesem Grund weniger abgeschwächt als würde es die IR-Linse 3 in der Mitte passieren.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform kann Pyrosensor 2 weiter als die Brennweite der IR-Linse 3 von IR-Linse 3 entfernt sein. In diesem Fall wird Pyrosensor 2 entlang der optischen Achse 17 ins Endliche abgebildet, sodass der Messstrahlengang ein einschaliger Hyperboloid ist (vgl. DE 100 36 720 A 1, Fig. 4
5 und 6). Um auch bei dieser Ausführungsform die Messfläche unabhängig von ihrem Abstand von IR-Linse 3 korrekt zu markieren, kann Spiegel 41 eine stückweise stetige, schraubenförmige Fläche bilden. Der Spiegel kann beispielsweise acht stetige Abschnitte und damit auch acht Unstetigkeitsstellen aufweisen. Auf diese Weise ist es möglich, einen Visierstrahlengang mit einer Taille S (vgl. DE 100 36
10 720 A 1, Fig. 4, 6) zu erzeugen. In einer anderen Ausführungsform kann ein ebener Spiegel 41 und eine aus der DE 100 36 720 A 1 bekannte Fassettenlinse zur Erzeugung eines Visierstrahlengangs mit Taille S verwendet werden. Hierbei deckt die Fassettenlinse den Randbereich von IR-Linse 3 ab.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform bildet die Vorderseite von IR-Linse
15 51 eine Spiegelfläche. IR-Linse 51 kann auf ihrer Vorderseite, also der Messfläche zugewandten Seite, mit einer dünnen Metallschicht 52 bedampft sein. Wie oben ausgeführt kann die Dicke der Metallschicht so gewählt werden, dass sichtbares Licht fast vollständig reflektiert, IR-Strahlung jedoch fast vollständig transmittiert wird. Der Krümmungsradius der Vorderseite bestimmt, wie stark Visierstrahlengang
20 11 durch die Reflexion an der Vorderseite aufgeweitet wird. Keine Aufweitung findet statt, wenn die Vorderseite flach, also der Krümmungsradius unendlich ist. Der Krümmungsradius der Rückseite, also der dem Pyrosensor 2 zugewandten Seite, kann so gewählt werden, dass sich die gewünschte Brennweite von IR-Linse 51 für IR-Strahlung ergibt.

25 Figuren 6 bis 15 zeigen Ausführungsformen von Lasermodul 6.

Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform von Lasermodul 6, bei der zwei Piezobiege wandler 61, 62 Laser 63 tragen. Piezobiege wandler 61 und 62 können eine Länge von etwa 30 mm und einen rechteckförmigen Querschnitt von 1 x 3 mm aufweisen. Piezobiege wandler sind eine Ausführungsform von Piezoaktuatoren. Die
30 Piezobiege wandler biegen sich um ihre schmale Seite, wie dies in Fig. 6 durch Pfeile dargestellt ist. Piezobiege wandler 61 ist durch Verbindungsstück 66 fest mit Piezobiege wandler 62 verbunden. Piezobiege wandler 62 ist an einem Ende durch

Befestigung 67 fest eingespannt. Die beiden Piezobiegewandler 61 und 62 sind gegeneinander um 90° verkippt, so dass Piezobiegewandler 61 Laser 63 horizontal (in X-Richtung) und Piezobiegewandler 62 Laser 63 vertikal (in Y-Richtung) auslenkt. Piezobiegewandler 61 und 62 werden durch die Anschlussleitungen 64
5 beziehungsweise 65 mit Spannung versorgt, die zwischen 0 und mehreren 100 Volt liegen kann.

Figuren 7 bis 10 zeigen eine Ausführungsform von Lasermodul 6, bei der Laser 63 kardanisch aufgehängt ist. Vorteilhaft an einer kardanischen Aufhängung des Lasers ist die geringere mechanische Trägheit, die bei gleicher Kraft schnelleres
10 Ansprechen ermöglicht. Laser 63 kann um zwei Achsen gedreht werden, die durch seinen Schwerpunkt verlaufen können. Fig. 7 zeigt eine Draufsicht. Fig. 8 zeigt die katalanische Aufhängung von hinten.

Die kardanische Aufhängung umfasst Lager 73, Achsen 74 und 75, Arme 76 und 77 sowie Führungen 78 und 79. Piezobiegewandler 71 und 72 greifen mit einem Ende
15 jeweils in Führungen 78 beziehungsweise 79 ein und sind an ihrem anderen Ende in Lagern 73 eingespannt. Piezobiegewandler 71 und 72 sorgen für horizontale beziehungsweise vertikale Auslenkung, wie dies in Figuren 9 beziehungsweise 10 dargestellt ist. Ein weiterer Vorteil einer kardanischen Aufhängung besteht darin, dass auf Grund der kürzeren Länge von Armen 76 und 77 gegenüber
20 Piezobiegewandlern 71 und 72 die winkelmäßig geringen Auslenkungen von Piezobiegewandlern von wenigen Grad vervielfacht werden können.

Fig. 9 zeigt eine kardanische Aufhängung eines Lasers von oben bei ausgelenktem X-Piezobiegewandler und Fig. 10 zeigt eine in Fig. 9 dargestellte kardanische Aufhängung bei ausgelenktem Y-Piezobiegewandler von hinten.

25 In einer anderen Ausführungsform kann Arm 77 durch einen Piezobiegewandler ersetzt werden. Bei dieser Ausführungsform entfällt Piezobiegewandler 72.

Figuren 11 bis 13 zeigen eine andere Ausführungsform einer kardanischen Aufhängung. Bei dieser Ausführungsform werden Arme 76 und 77 durch Drähte 112 und 113 ersetzt, um die mechanische Trägheit weiter zu reduzieren. Drähte 112 und
30 113 sind in Lagern 111 befestigt. Laser 63 weist Kanten 116 mit Kerben 124 auf, durch die Drähte 112 und 113 laufen. Kerben 124 definieren eine horizontale Achse,

um die Laser 63 durch Piezobiegewandler 118 in vertikaler Richtung ausgelenkt wird. Lager 111 definieren eine horizontale Achse, um die Laser 63 durch Piezobiegewandler 123 in horizontaler Richtung ausgelenkt wird. Horizontale und vertikale Achse sollen durch den Schwerpunkt von Laser 63 verlaufen, um die mechanische Trägheit möglichst gering zuhalten. Drähte 114 und 115 übertragen die Auslenkung von Piezobiegewandler 118 auf Laser 63. Um Spiel zu verhindern, strafft Blattfeder 117 Drähte 114 und 115. In ähnlicher Weise wird die Auslenkung von Piezobiegewandler 123 durch Drähte 119 und 120 auf Laser 63 übertragen. Hier ist Schraubenfeder 121 vorgesehen, um Spiel zu verhindern. An Stelle von Blattfeder 117 kann auch eine Schraubenfeder verwendet werden. Ebenso kann an Stelle von Schraubenfeder 121 eine Blattfeder verwendet werden.

Figuren 14 und 15 zeigen eine Ausführungsform für die Ablenkung eines Laserstrahls durch verspiegelte Piezobiegewandler. Laser 63 emittiert sichtbares Licht, das zunächst auf verspiegelten Piezobiegewandler 141 fällt. Dieser reflektiert das sichtbare Licht weiter auf verspiegelten Piezobiegewandler 142, der das sichtbare Licht auf Prisma 143 umlenkt. Ähnlich zu der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform lenkt Prisma 143 das sichtbare Licht um etwa 90° ab. Das sichtbare Licht fällt schließlich durch IR-Linse 3 auf die Messfläche und markiert diese. Piezobiegewandler 141 und 142 schließen einen Winkel von 90° ein.

Piezobiegewandler 141 sorgt für Auslenkung in X-Richtung. Piezobiegewandler 142 sorgt für Auslenkung in Y-Richtung. Insbesondere in Fig. 15 sind die Strahlengänge für zwei ausgelenkte Stellungen a und b von Piezobiegewandler 141 sowie zwei ausgelenkte Stellungen c und d von Piezobiegewandler 142 eingetragen. Für Stellungen a und b wird angenommen, dass Piezobiegewandler 142 nicht ausgelenkt ist. Entsprechendes gilt für Stellungen c und d und Piezobiegewandler 141. Die Strahlengänge sind ebenfalls mit einem der Buchstaben a bis d gekennzeichnet. Ohne Auslenkung der Piezobiegewandler 141 und 142 definiert der Laserstrahl eine Laserebene parallel zu Linsenebene von IR-Linse 3, bevor der Laserstrahl durch Prisma 143 aus der Laserebene abgelenkt wird. Durch Auslenkung eines der beiden Piezobiegewandler 141 oder 142 wird der Laserstrahl ebenfalls aus der Laserebene abgelenkt, wie dies in Fig. 14 dargestellt ist.

In einer Abwandlung dieser Ausführungsform kann Piezobiegewandler 142 durch einen segmentierten Spiegel ersetzt werden. Dieser Spiegel ist so geformt, dass die Form seines Außenbereichs dem verspiegelten Piezobiegewandler 142 in Ruhestellung entspricht. Auf diese Weise bleiben die Strahlengänge a und b
5 unverändert. Der Innenbereich kann beispielsweise zwei Segmente umfassen, wobei das eine Segment parallel der Spiegelfläche von Piezobiegewandler 142 in Stellung c und das andere Segment parallel zur Spiegelfläche von Piezobiegewandler 142 Stellungen d ist. So ergeben sich ähnliche Strahlengänge zu den Strahlengänge c und d. In einer weiteren Abwandlung können auch mehrere
10 wie beispielsweise sechs Segmente vorgesehen sein, woraus sich acht Visierstrahlen ergeben. Da Piezobiegewandler 141 näherungsweise eine Sinus-Schwingung ausführt, können die inneren Segmente größer als die äußeren Segmente gewählt werden. Auf diese Weise wird erreicht, dass jeder Visierstrahl einen gleichgroßen Anteil des Laserlichts erhält, und somit die Markierungspunkte
15 gleich hell erscheinen.

Fig. 16 zeigt beispielhaft die Markierung von Messfläche 161 durch Punkte 16. Wird der Umfang von Messfläche 161 lediglich mit einer geringen Anzahl von Punkten 16 markiert, so ist die zu erleuchtende Fläche kleiner als wenn der gesamten Umfang erleuchtet werden soll. Bei gleicher Lichtleistung erscheinen deshalb Punkte heller
20 als die Umfangslinie. In Fig. 16 beträgt die Anzahl der Punkte 8.

Wird die Umfangslinie oder die einzelnen Punkte mit einer Frequenz von mehr als 25 bis 30 Hz erleuchtet, so nimmt ein Betrachter das Flimmern nicht mehr war. Um dem Betrachter zusätzliche Informationen zu geben kann die Umfangslinie mit einer Frequenz von weniger als 20 Hz im oder gegen den Uhrzeigersinn abgefahren
25 werden. Der Betrachter erkennt jetzt, dass ein Markierungspunkt um die Messfläche herumläuft. Die Umlauffrequenz kann dem Betrag der Änderung der gemessenen Temperatur entsprechen. Der Umlaufsinn kann das Vorzeichen der Änderung der gemessenen Temperatur anzeigen. Beispielsweise kann ein Steigen der Temperatur durch einen Umlauf im Uhrzeigersinn und ein Fallen der Temperatur
30 durch einen Umlauf entgegen des Uhrzeigersinns dargestellt werden.

Durch ein schrittweises Weiterschalten der Auslenkung von Laser 63 kann beim Betrachter der Eindruck erweckt werden, dass lediglich eine begrenzte Anzahl von

Punkten, beispielsweise 8, angestrahlt wird. Erfolgt das Weiterschalten zwischen den einzelnen Punkten mit einer Frequenz von weniger als $(20 \text{ Hz} * \text{Punktzahl})$, so wird es vom Benutzer wahrgenommen. Wie oben erläutert kann der Umlaufsinn das Vorzeichen und die Frequenz den Betrag der Änderung der gemessenen
5 Temperatur anzeigen.

Ferner ist es möglich, die Punkte 16 oder die Umfangslinie blinken zu lassen. Zu diesem Zweck werden die Punkte 16 oder die Umfangslinie mit einer Frequenz von über 30 Hz erleuchtet. Darüber hinaus wird Laser 63 mit einer Frequenz von unter 20 Hz ein- und ausgeschaltet, was der Benutzer - je nach Frequenz - als Blinken
10 oder Flimmern wahrnimmt. Das Blinken oder Flimmern 171 ist in Fig. 17 durch gestrichelte Linien dargestellt. Dieser Betriebsmodus kann zur Darstellung eines Alarms verwendet werden. Der Alarm kann beispielsweise dann ausgelöst werden, wenn die gemessene Temperatur einen Grenzwert über- oder unterschreitet. Dieser Betriebsmodus kann aber auch dazu verwendet werden, den Abschluss einer
15 Temperaturmessung anzuzeigen oder anzuzeigen, wenn der Betrag der zeitlichen Ableitung der gemessenen Temperaturen unter einem vorgegebenen Schwellenwert liegt.

In einer weiteren Ausführungsform bewegt Lasermodule 6 Laser 63 und damit den Laserstrahl mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $2\pi f$ von mehr als $2\pi(30\text{Hz})$. Laser
20 63 wird für eine kurze Zeit t mit einer Frequenz von $n*f$ eingeschaltet, wobei die Zeit t kurz gegenüber $1/(n*f)$ ist. Während der Zeit t wird Laser 63 mit erhöhter Leistung betrieben, so dass die mittlere Leistung von Laser 63 so hoch wie die bei den anderen Ausführungsform ist, bei denen Laser 63 im Dauerstrich betrieben wird. Auch in dieser Ausführungsform wird die Messfläche durch helle, kurze Striche oder
25 Punkte markiert.

Fig. 18 zeigt einen sektorisierten Spiegel 181 mit sieben konkaven Sektoren 182 und einem nach innen geneigten konkaven Sektor 183. Der sektorisierte Spiegel 181 kann den IR-durchlässigen Spiegel 31 in Fig. 3 oder Spiegel 41 in Fig. 4 ersetzen. Darüber hinaus können Prismen 8 oder 143 durch sektorisierten Spiegel
30 181 ersetzt werden. Diese Ausführungsform ist der in Fig. 3 dargestellten ähnlich, jedoch deckt der sektorisierte Spiegel bei dieser Ausführungsform nur den zentralen Bereich um die optische Achse herum der IR-Strahlung ab. Schließlich kann die

Form der Totalreflexionsfläche von Prisma 8 der Form von sektorisiertem Spiegel 181 entsprechen. In ähnlicher Weise kann die konkave Fläche von Prisma 18 der Form von sektorisiertem Spiegel 181 entsprechen. Der sektorisierte Spiegel 181 kann beispielsweise durch Spritzgießen hergestellt werden.

- 5 Der Zweck des sektorisierten Spiegels 181 besteht darin, dass das schrittweise Weiterschalten der Auslenkung von Laser 63 durch den sektorisierten Spiegel 181 erfolgt, während Lasermodul 6 Laser 63 mit konstanter Winkelgeschwindigkeit führt. Jeder einzelne konkave Sektor 182 des sektorisierten Spiegels 181 bildet den Laserstrahl auf einen Punkt 16 ab, während der nach innen geneigte konkave
- 10 Sektor 183 den Laserstrahl auf den zentralen Punkt 191 abbildet. Im allgemeinen ist es nicht möglich, den Laserstrahl unabhängig vom Abstand zwischen Messfläche und IR-Linse 3 durch jeden Sektor 182 oder 183 exakt auf einen Punkt abzubilden. Trotzdem nimmt die Helligkeit der punktwisen Markierung doch deutlich gegenüber einem Erleuchten der gesamten Umfangslinie der Messfläche zu, auch wenn an
- 15 Stelle von Punkten kurze Striche erleuchtet werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann sektorisierter Spiegel 181 lediglich konkave Sektoren 182 umfassen. Im Punktbild fehlt dann zentraler Punkt 191.

- Figuren 20 und 21 zeigen eine Ausführungsform, bei der nur ein Piezobiegewandler erforderlich ist. Diese Ausführungsform umfasst einen Laser 63, einen
- 20 Piezobiegewandler 201, einen Pflugspiegel 202, einen segmentierten Spiegelring 203 mit Spiegelsegmenten 204 und Seitenspiegeln 205. Diese Bauteile erzeugen Visierstrahlen 206. Wie im Zusammenhang mit anderen Ausführungsformen weiter oben erläutert wurde, dienen Pyrosensor 2, IR-Linse 3 sowie Gehäuse 5 der berührungslosen Temperaturmessung. Spiegelring 203 mit Spiegelsegmenten 204
- 25 und Seitenspiegel 205 kann als Spitzgussteil ausgeführt sein. Auch Pflugspiegel 202 kann ein Spitzgussteil sein.

- Der segmentierte Spiegelring kann in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse angeordnet sein. Piezobiegewandler 201 ist in seiner Ruhestellung parallel zur optischen Achse angeordnet. Piezobiegewandler 201 bewegt Pflugspiegel 202 hin
- 30 und her. In Fig. 21 ist eine Stellung von Pflugspiegel 202 mit durchgezogenen Linien und weitere sieben Stellungen gestrichelt eingezeichnet. Abhängig von der Stellung von Pflugspiegel 202 wird der Laserstrahl zu einem von insgesamt 8

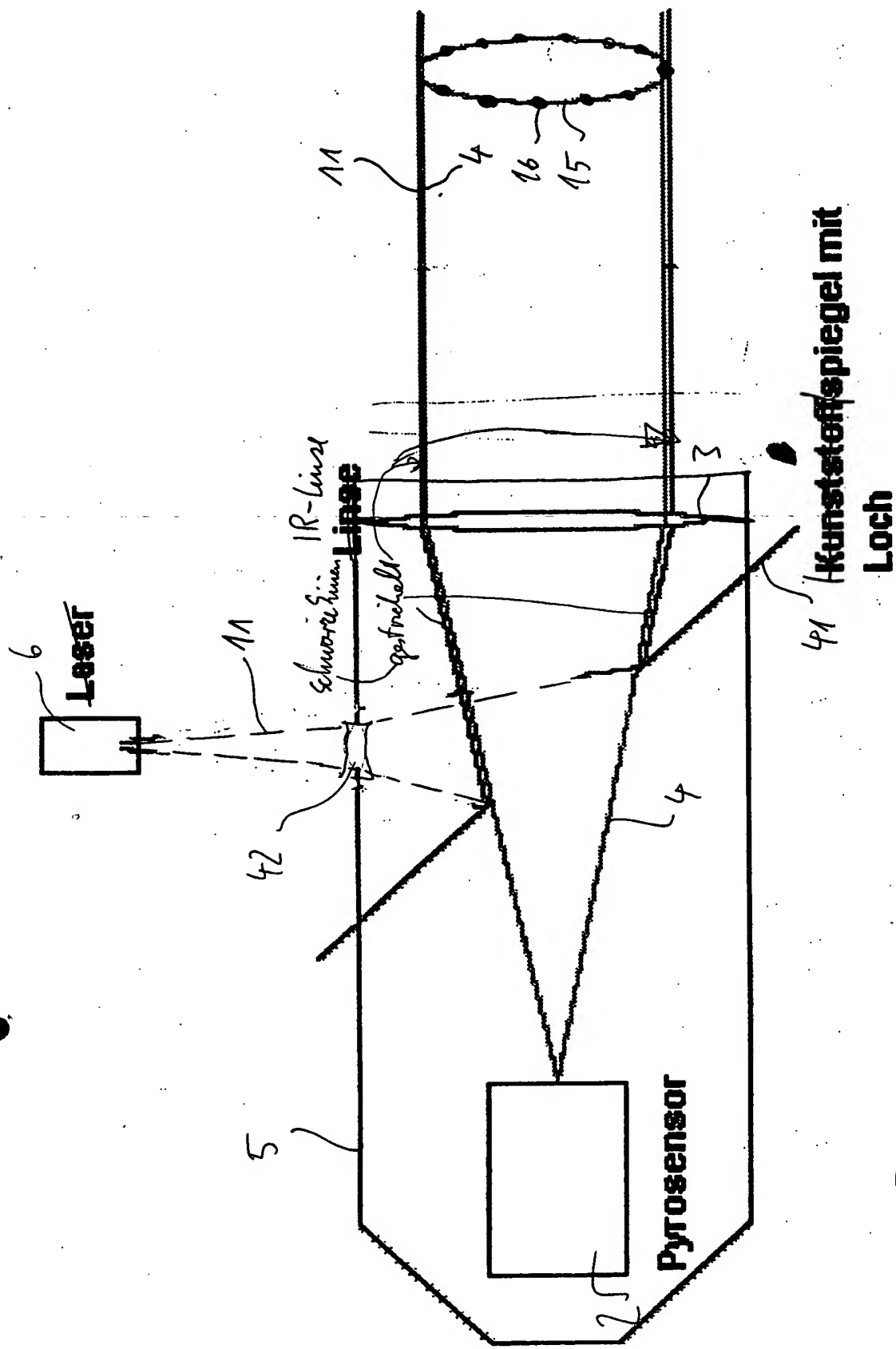


Fig. 4

Abbildung 8: Lasereinkopplung mittels Kunststoffspiegel mit Loch

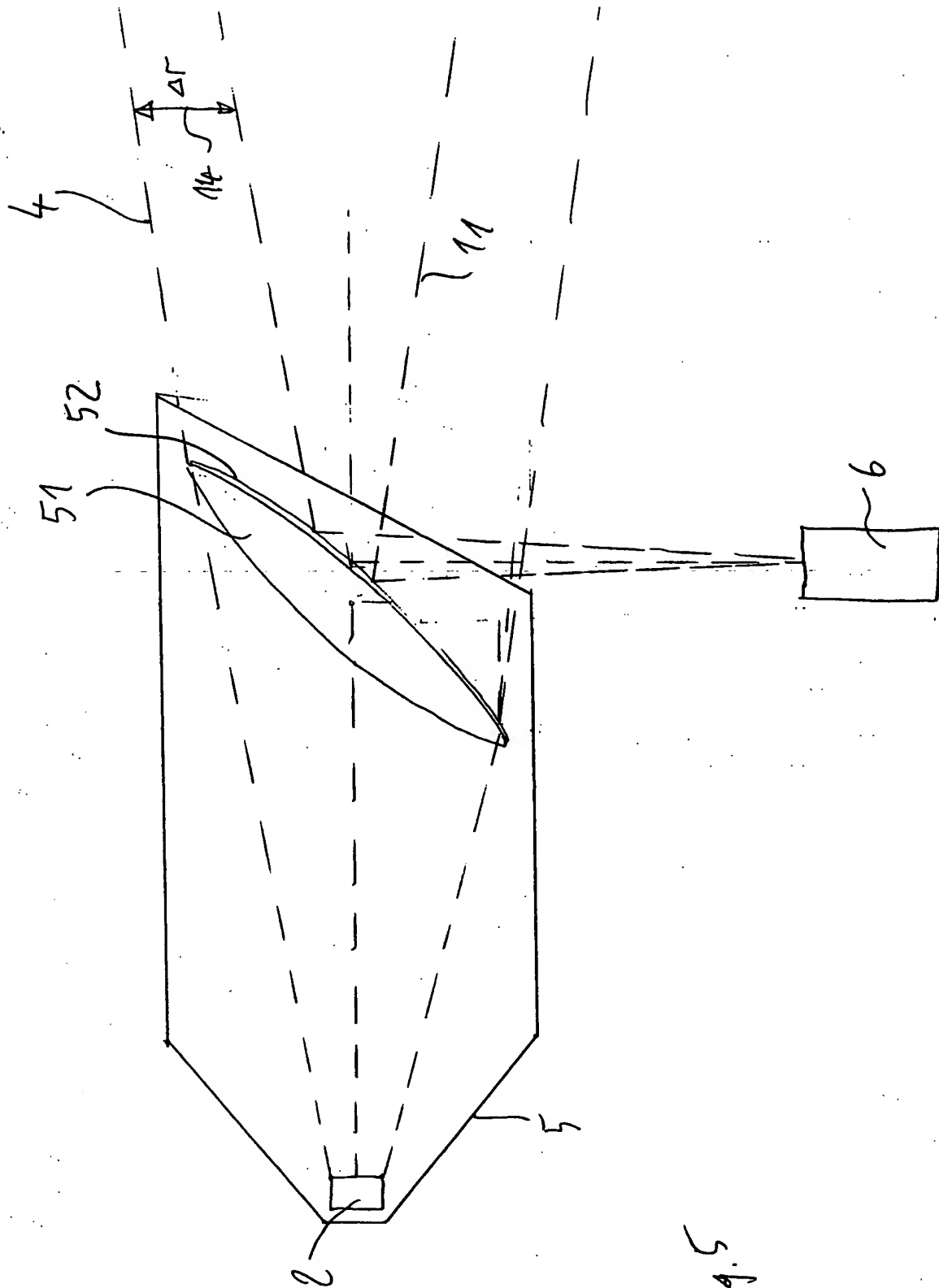


Fig. 5

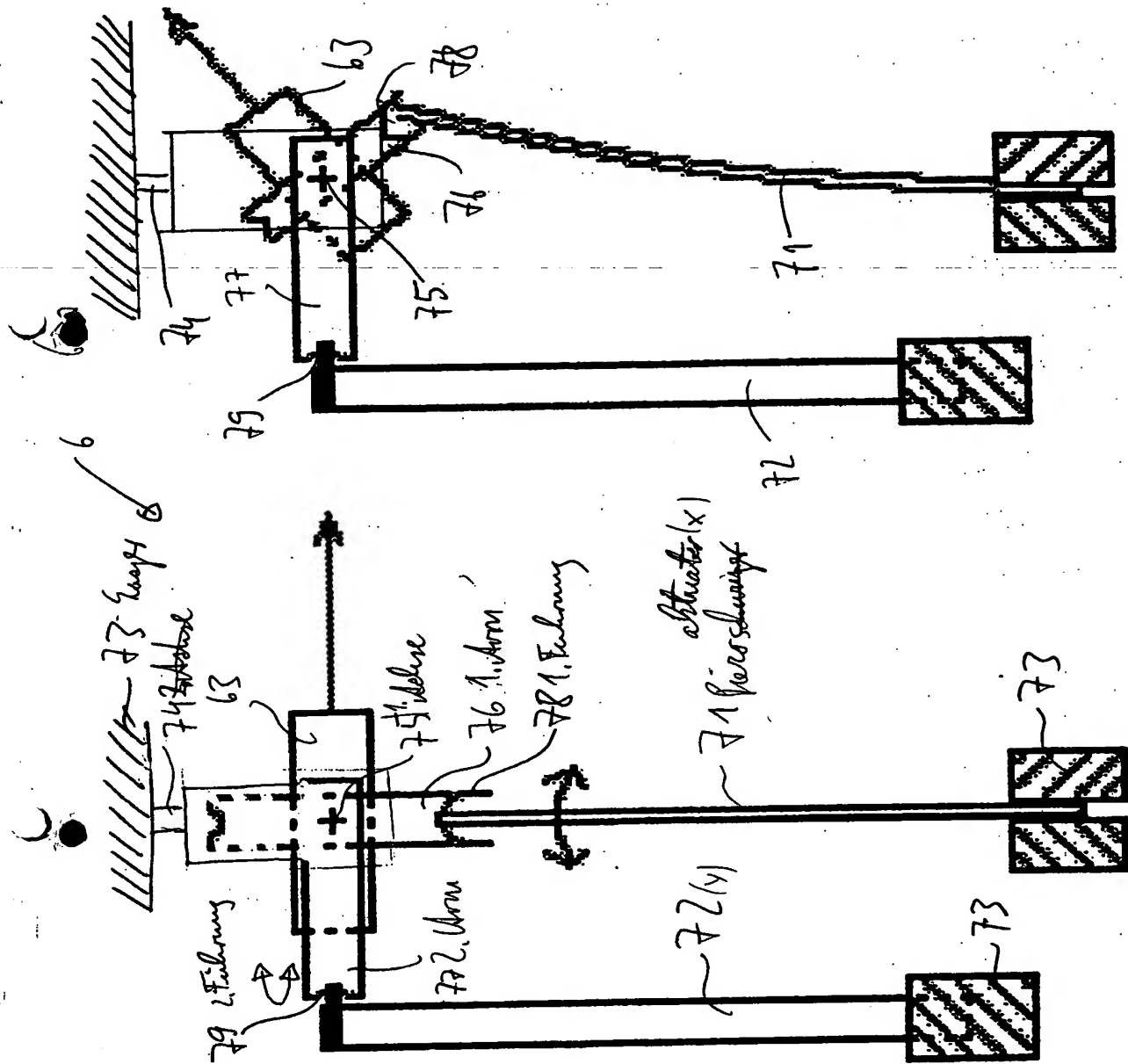
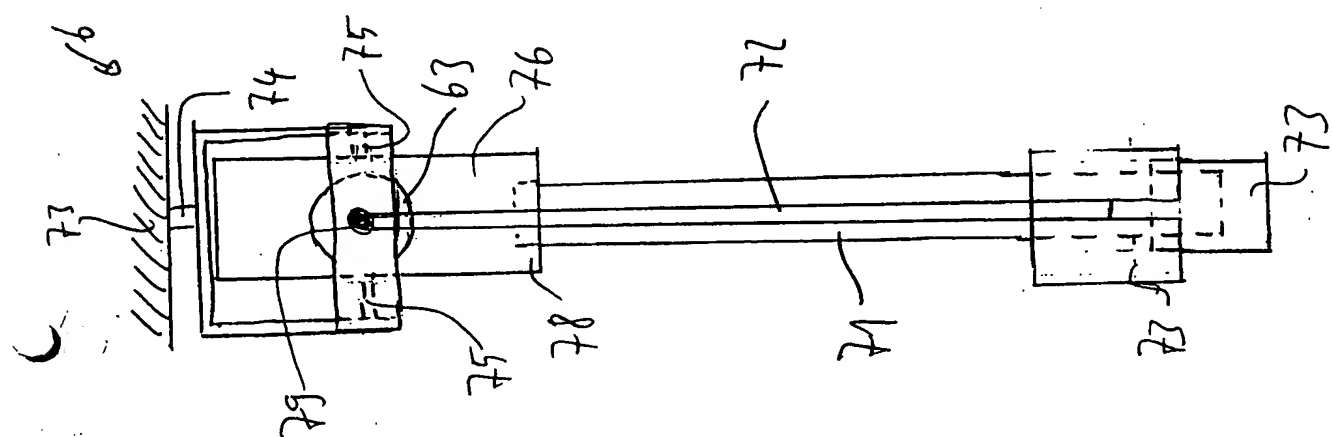
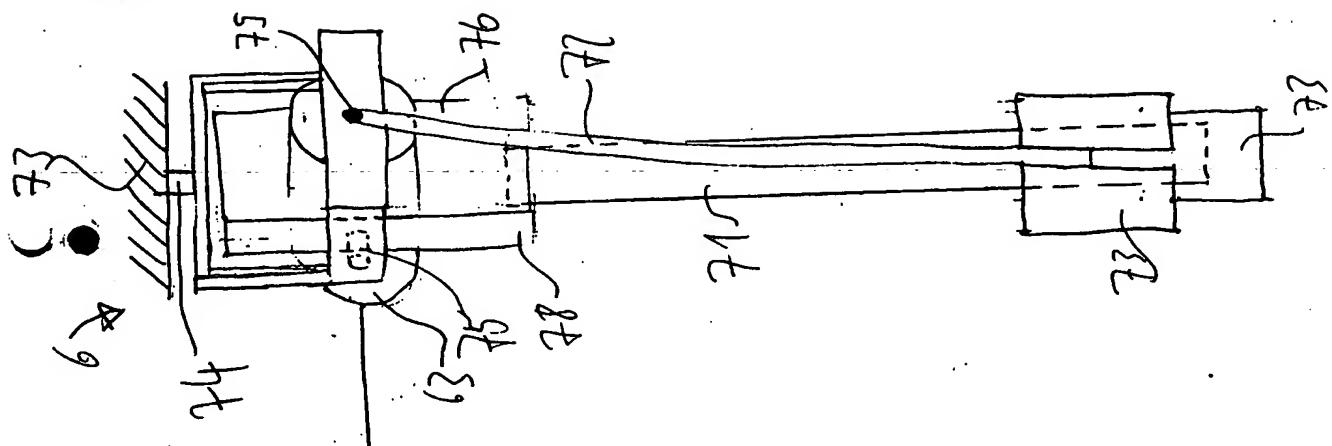
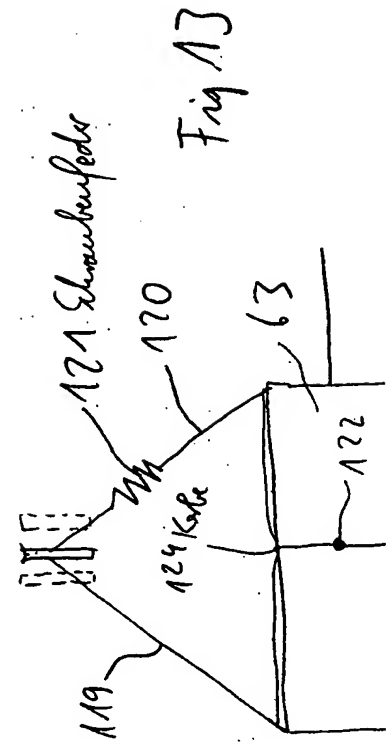
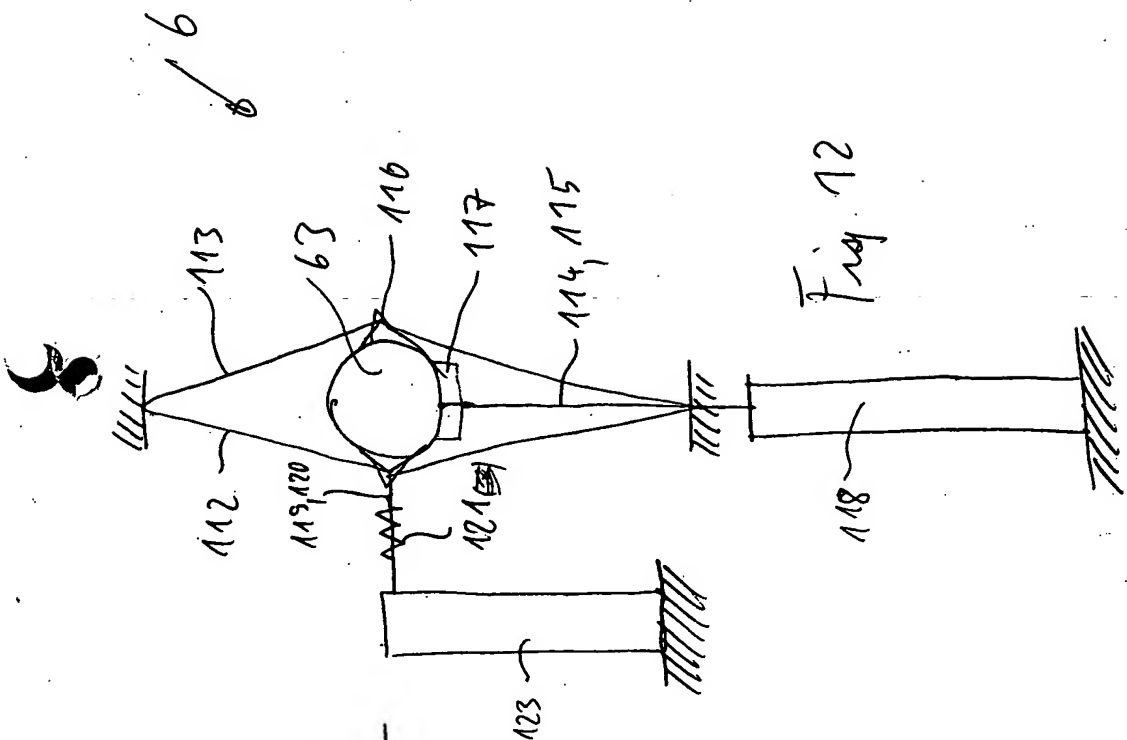
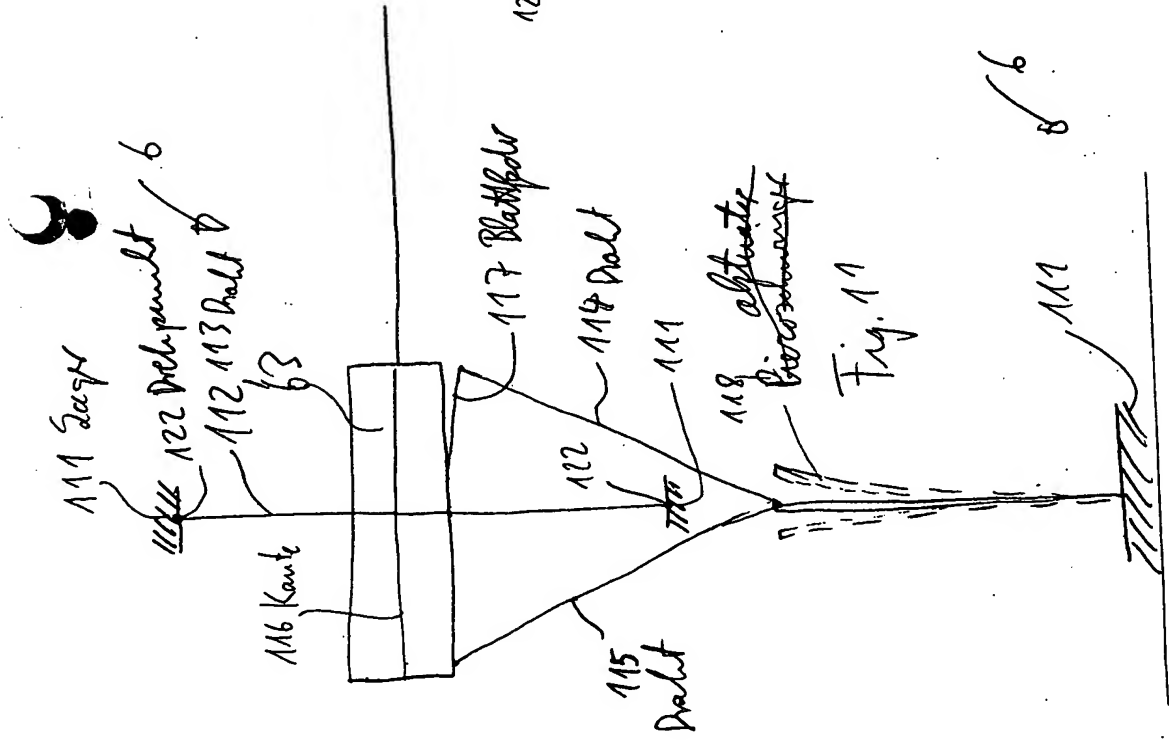
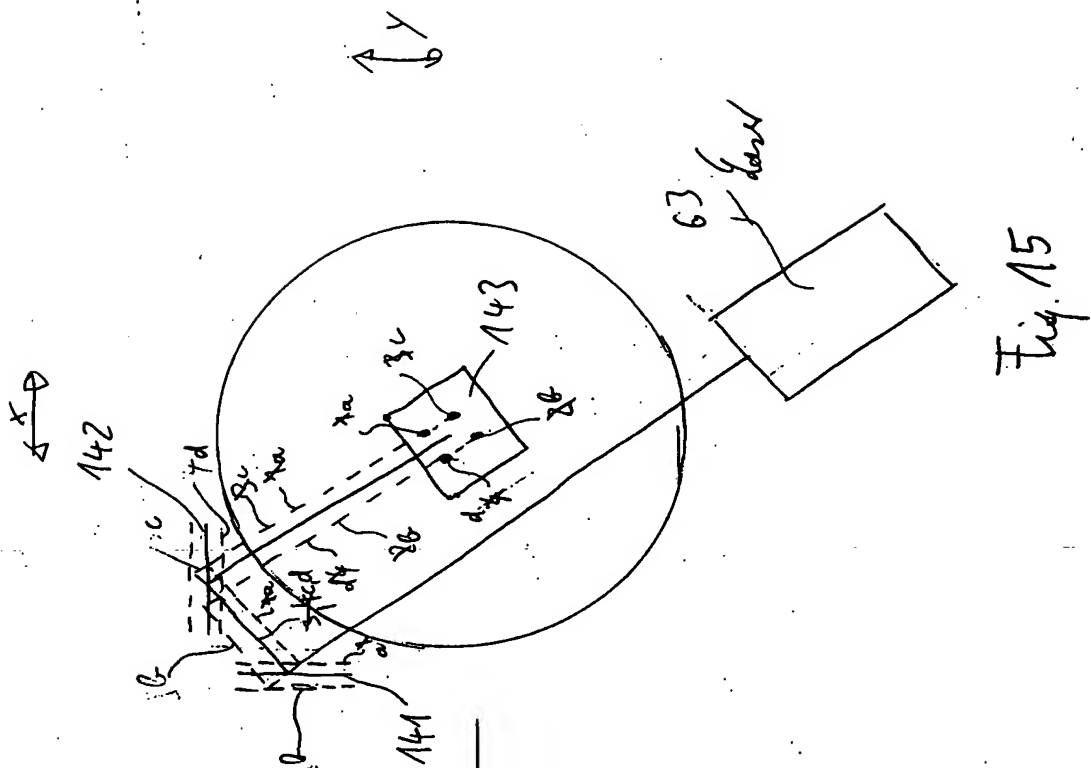
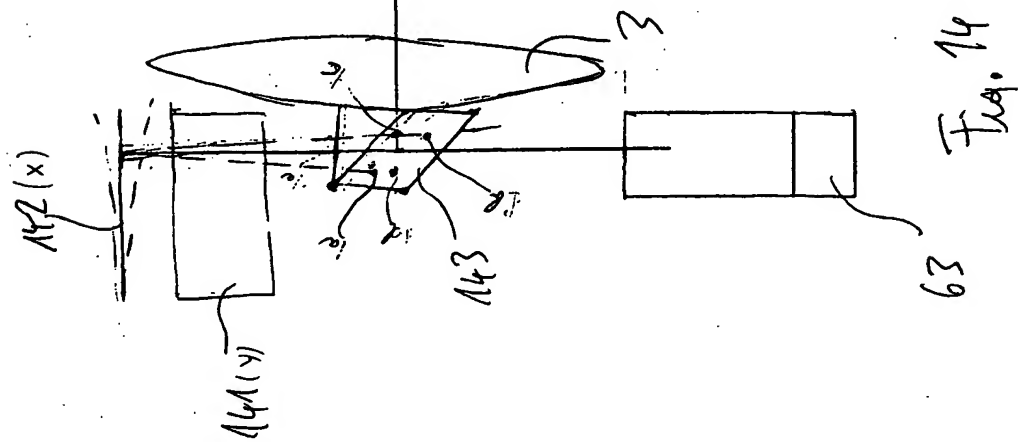


Fig. 7

Fig. 9







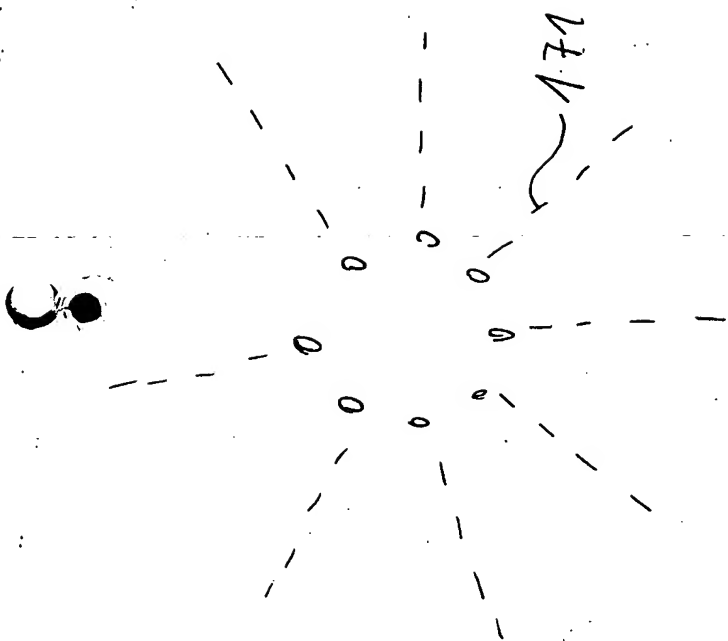


Fig. 17

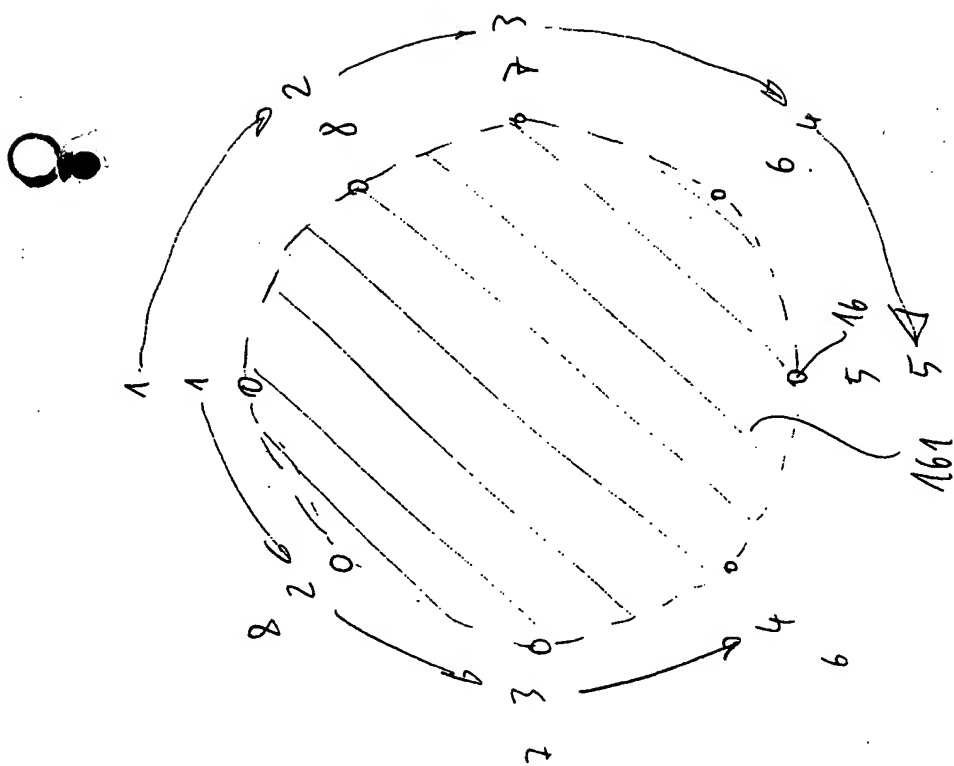


Fig. 16

~~starrer Ablenkspiegel~~
~~sektorisiert - konkav~~

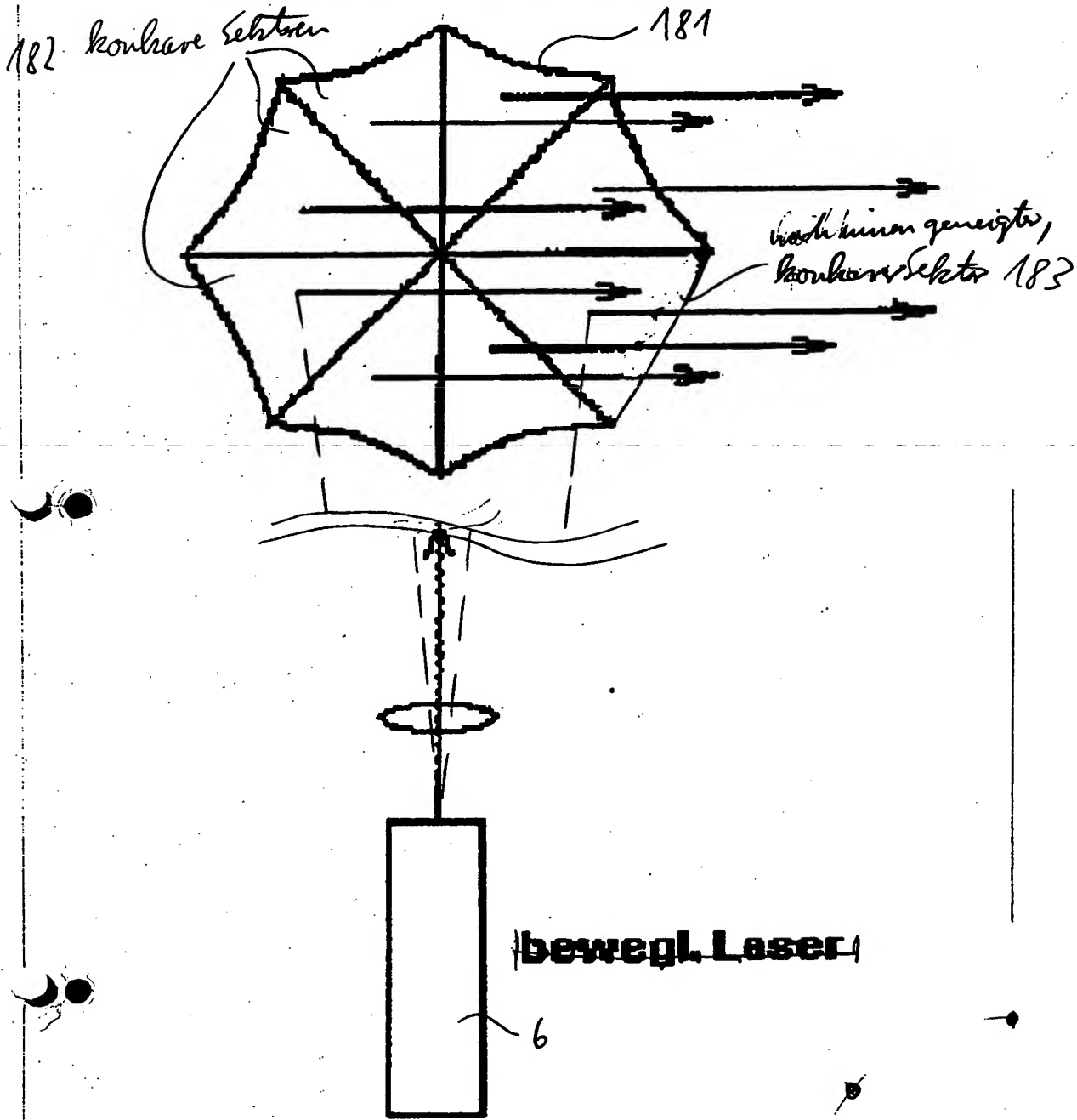


Fig. 18

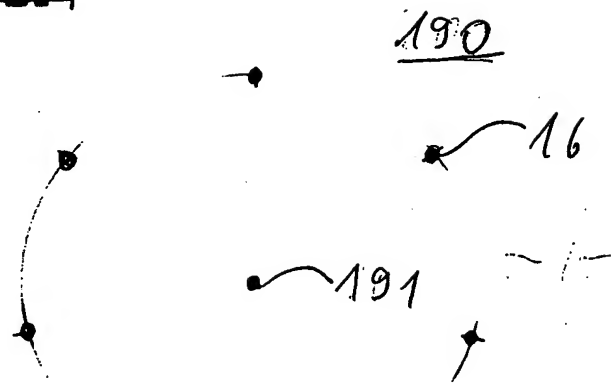


Fig. 19

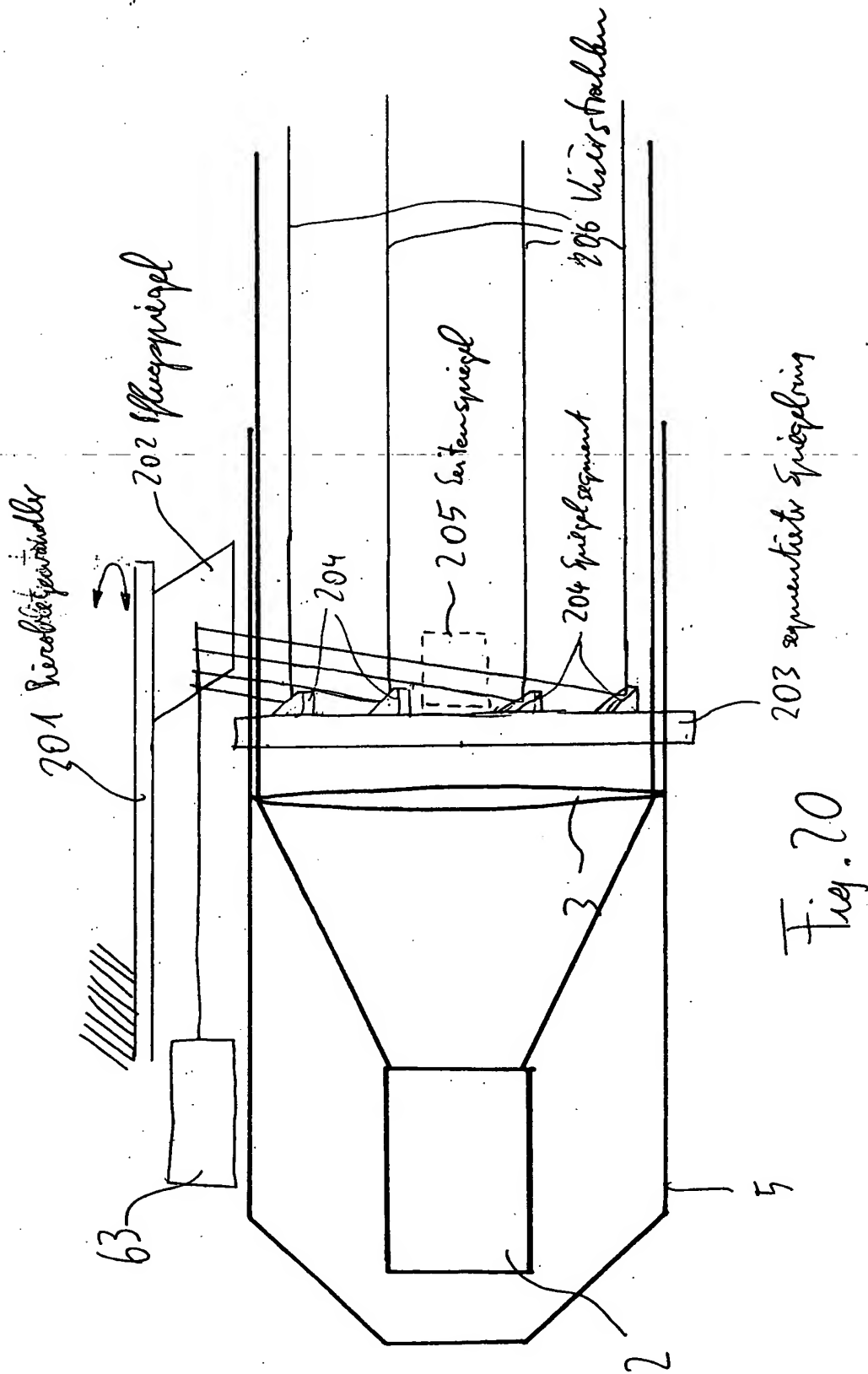


Fig. 20

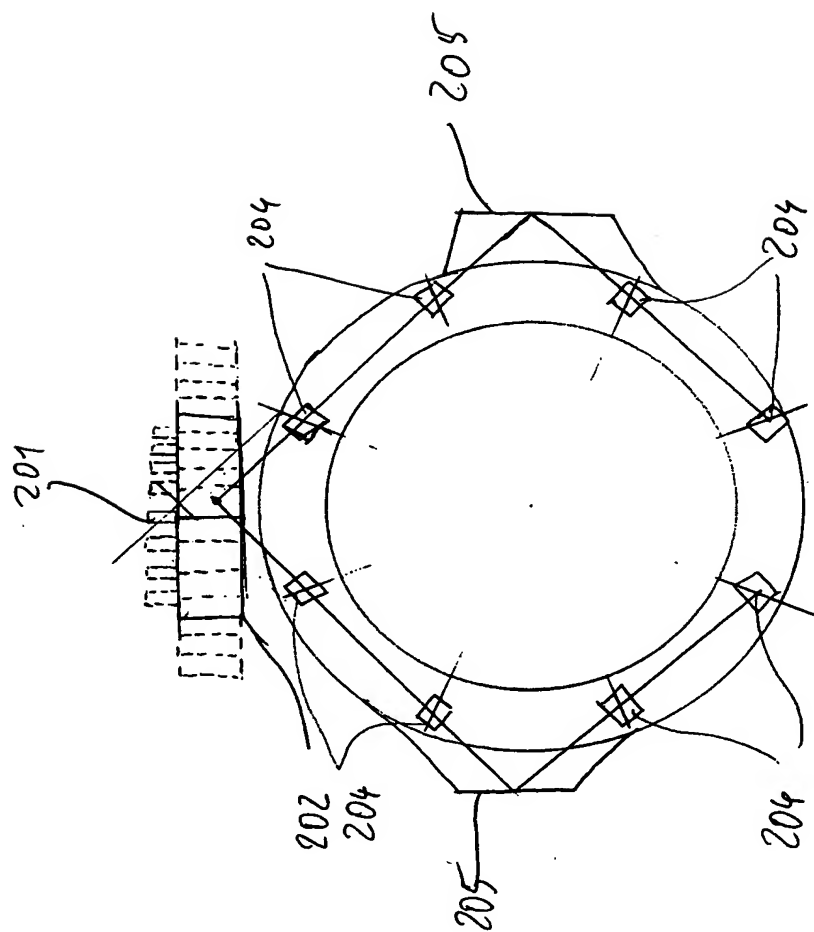


Fig. 21

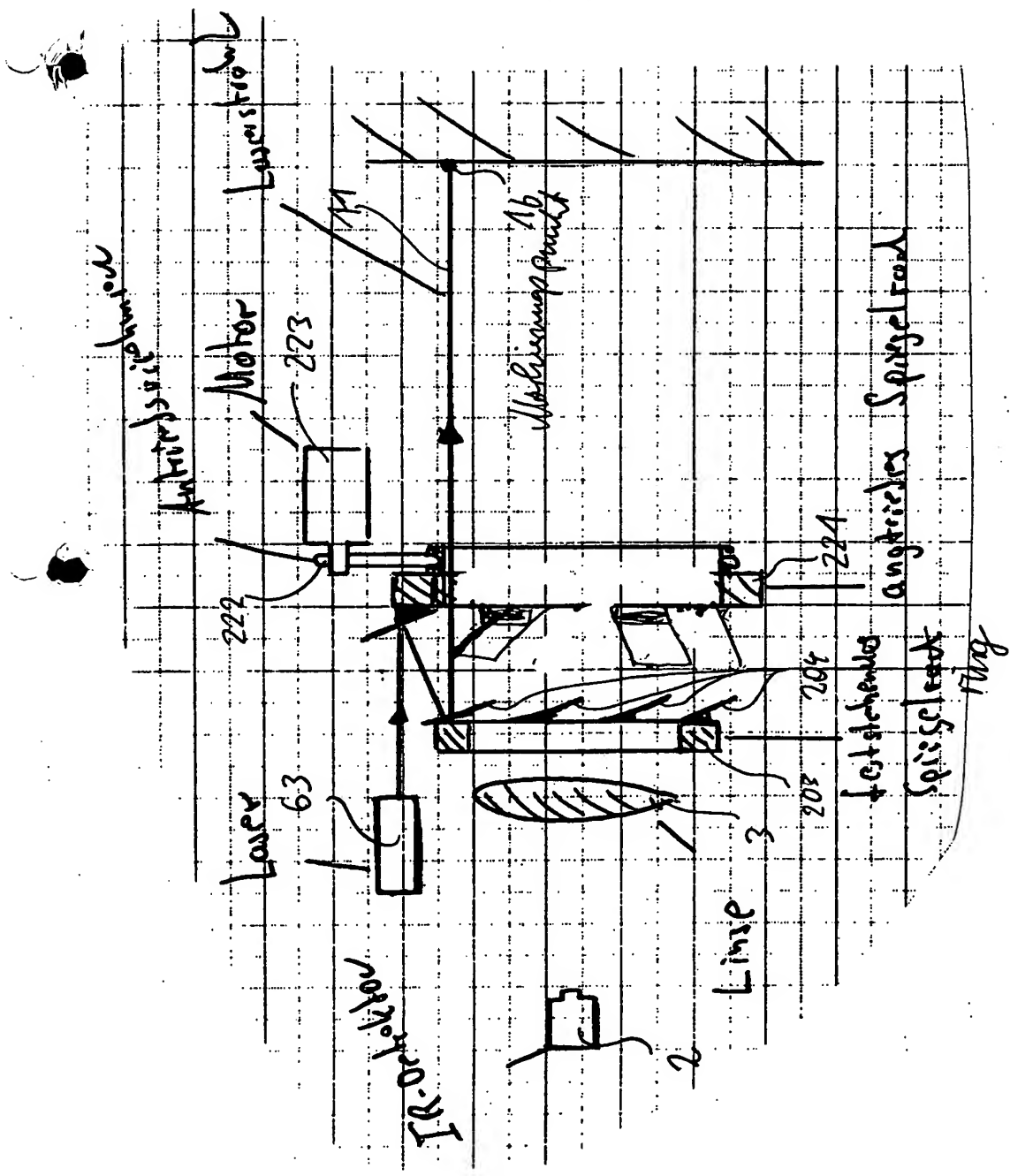


Fig. 22

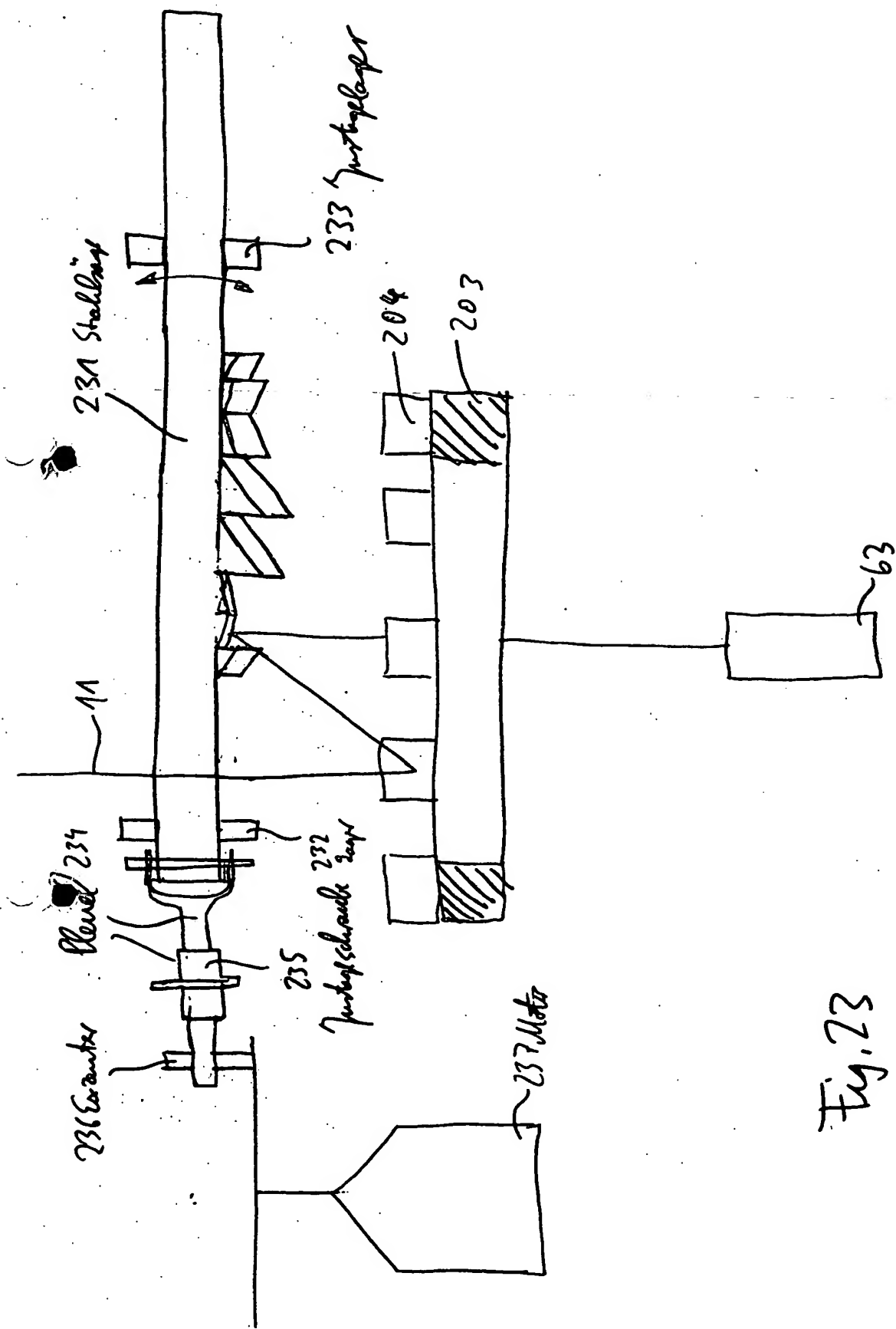


Fig. 23

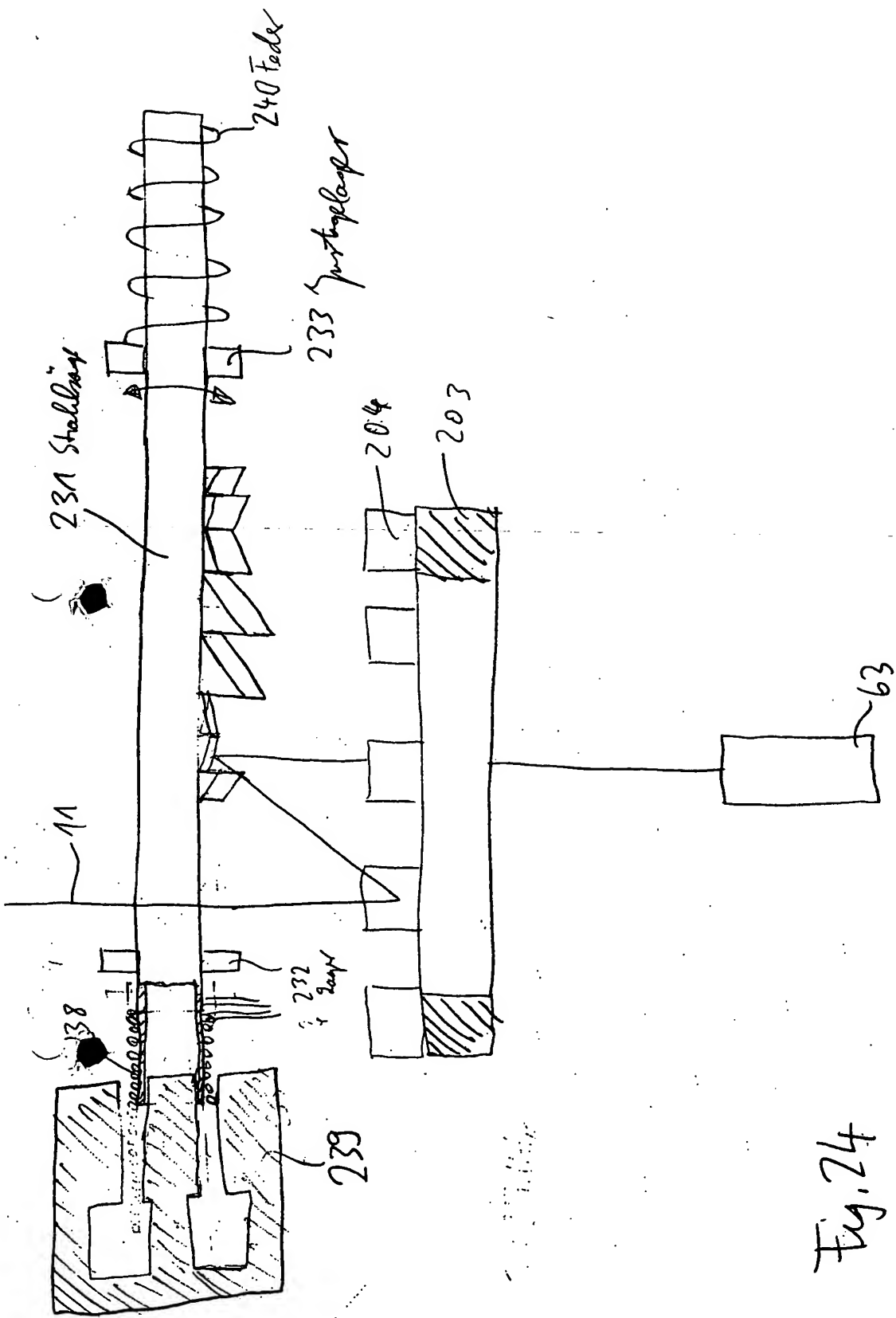


Fig. 24

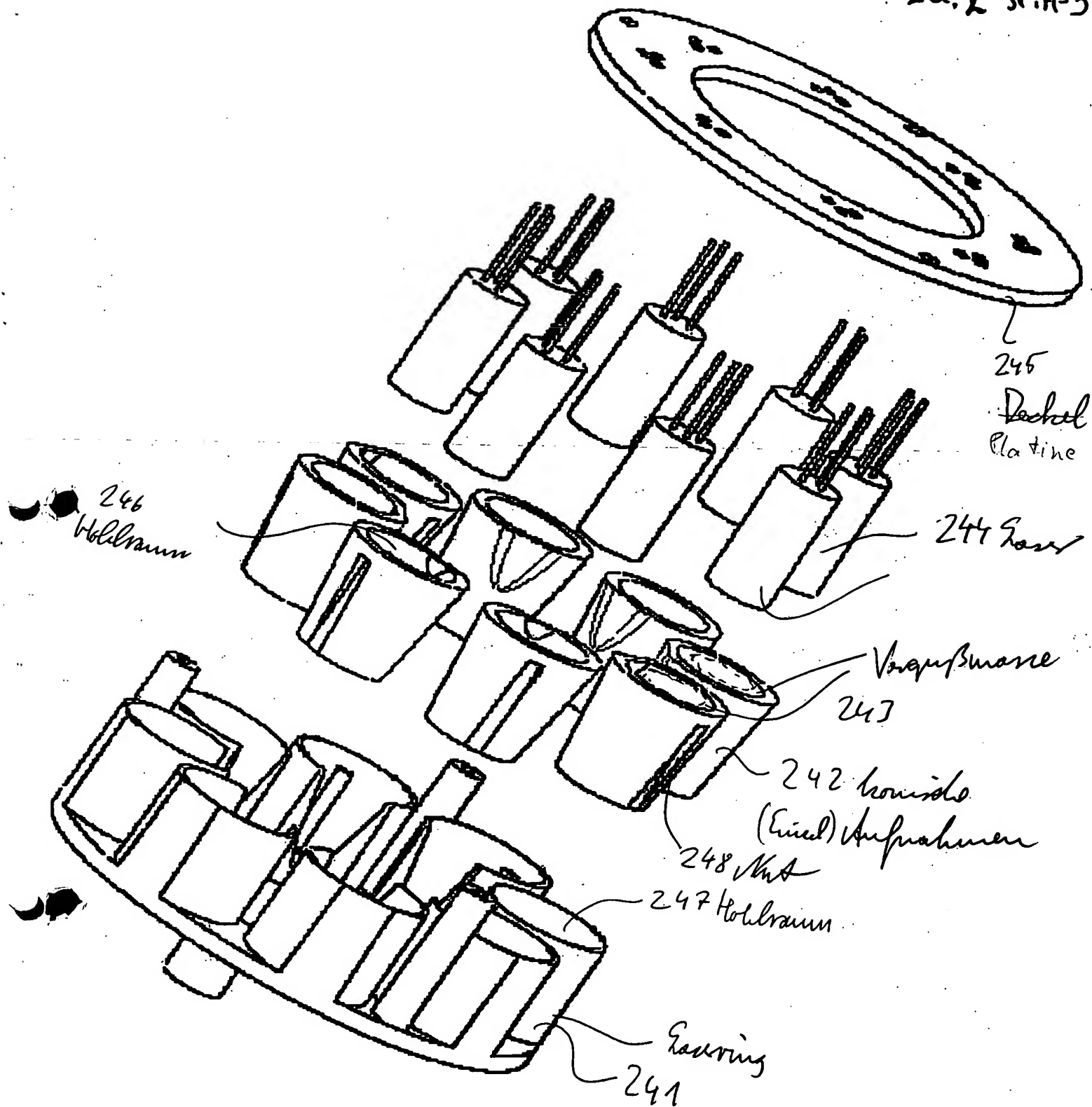
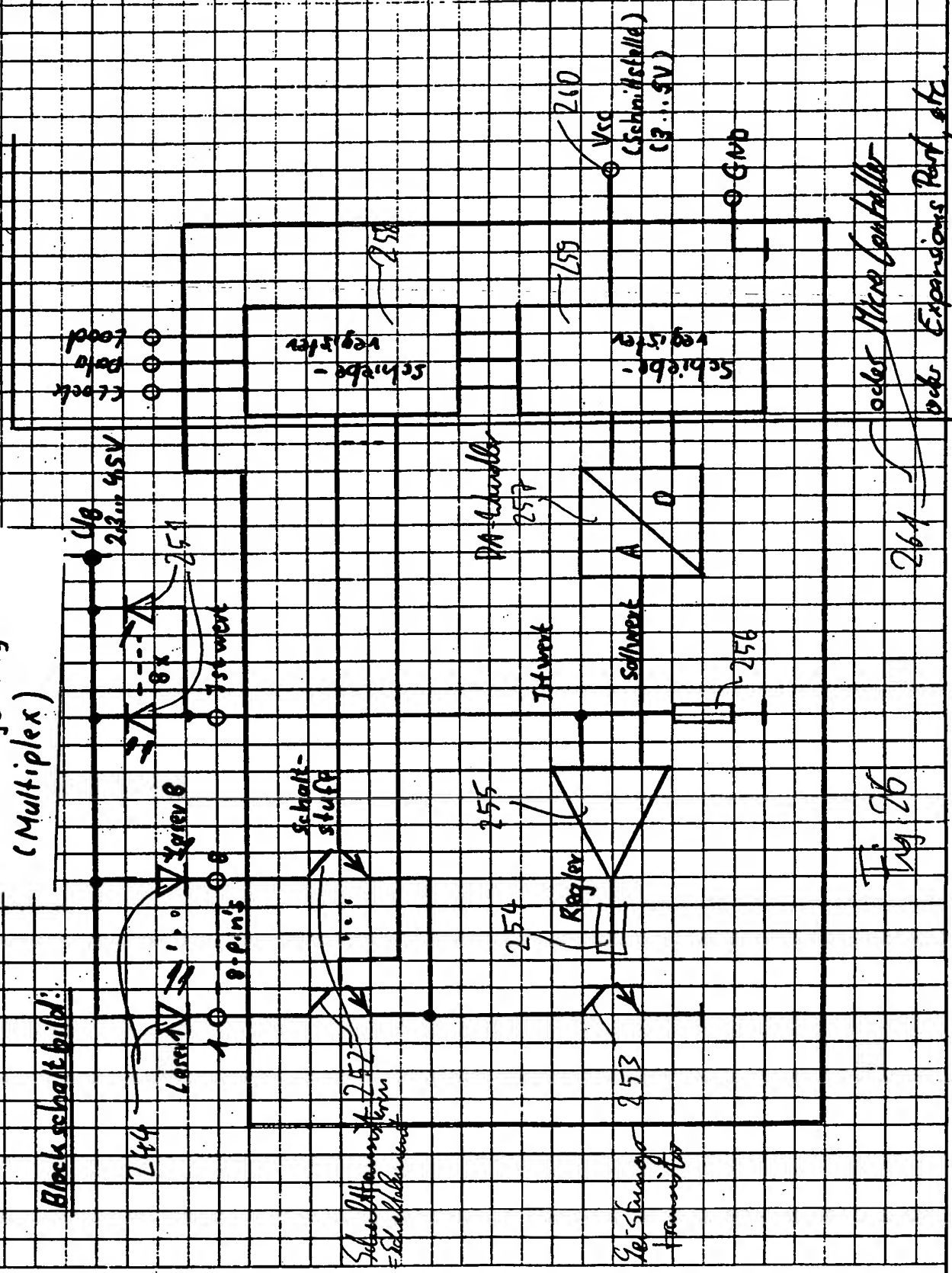


Fig. 25

~~zu 1.5 / 1.6~~

Laserregelung (Multiplex)

Blockschachtbild:



Aug 26

264 ~~order Mine Controller-
order Expansions Part, etc~~

Spiegelsegmenten 204 umgelenkt. Diese Strahlengänge sind sowohl in Fig. 20 als auch Fig. 21 eingetragen. Jedes Spiegelsegment 204 lenkt den Laserstrahl wiederum zu einem von acht Visierstrahlen 206 um. Damit die Strahlengänge insbesondere zu den unteren vier Spiegelsegmenten nicht durch den IR-Strahlengang verlaufen, und somit Bohrungen im Gehäuse 5 erfordern würden, sind Seitenspiegel 205 vorgesehen. Wie insbesondere in Fig. 20 zu erkennen ist, verlaufen die Strahlengänge zu den unteren Spiegelsegmenten in der oberen Hälfte parallel zu den Strahlengängen zu den oberen Spiegelsegmenten.

Da Piezobiegewandler 201 auch in dieser Ausführungsform näherungsweise eine Sinusschwingung ausführt, können die mittleren Spiegelsegmente größer als die oberen und unteren Spiegelsegmente sein, um alle Markierungspunkte gleich hell zu erleuchten.

Fachleuten ist klar, dass durch die Orientierung der einzelnen Spiegelflächen von Spiegelsegmenten 204 parallele, divergierende oder windschiefe Visierstrahlen 206 erzeugt werden können. Bildet IR-Linse 3 Pyrodetektor 2 ins Endliche ab, sind insbesondere windschiefe Visierstrahlen geeignet, um den Messhyperboloid zu markieren (vgl. DE 100 36 720 A1).

In Abwandlungen dieser Ausführungsform kann Pflugspiegel 202 aus mehr als zwei Segmenten bestehen. So kann der Laserstrahl unmittelbar, also nicht über Seitenspiegel 205, zu den unteren Spiegelsegmenten 204 umgelenkt werden. Ferner können die einzelnen Spiegelsegmente von Pflugspiegel 202 und Spiegelsegmente 204 konkav oder konvex ausgeführt sein, um eine Bewegung der Visierstrahlen in einer bevorzugten Messentfernung zu minimieren. Die Spiegelsegmente können auch so konvex geformt sein, dass die konvexe Form die durch Piezobiegewandler 201 verursachte Bewegung von Pflugspiegel 202 ausgleicht. Auch dies minimiert die Bewegung der Visierstrahlen.

Fig. 22 zeigt eine ähnliche Ausführungsform wie Fig. 21, jedoch ist Pflugspiegel 202 durch Spiegelrad 221 ersetzt. Spiegelrad 221 wird über einen Antriebsriemen 222 durch Motor 223 angetrieben. Sowohl Spiegelring 203 als auch Spiegelrad 221 weisen eine zentrale Öffnung auf, durch die Infrarotstrahlung von der Messfläche durch Linse 3 auf Pyrosensor 2 fällt. Die zentrale Öffnung von Spiegelrad 221 ist

etwas größer als die von Spiegelring 203, damit auch die Visierstrahlen 11 durch diese Öffnung zur Messfläche gelangen können.

Spiegelrad 221 und Spiegelring 203 weisen die gleiche Anzahl von Spiegelsegmenten auf. Jedes Spiegelsegment auf Spiegelrad 221 weist einen
5 anderen Winkel gegenüber dem Strahl von Laser 63 auf, wenn der Strahl auf das Spiegelsegment trifft. Auf diese Weise lenkt jedes Segment des Spiegelrades 221 den Laserstrahl zu einem entsprechenden Spiegelsegment auf Spiegelring 203 und damit zu einem entsprechenden Messpunkt 16. Wenn jedes Spiegelsegment einen Ausschnitt aus einer Mantelfläche eines Kegels bildet, wird trotz Bewegung von
10 Spiegelrad 221 der Laserstrahl gleich abgelenkt, solange er auf ein Spiegelsegment von Spiegelrad 221 trifft. Dies eliminiert die Bewegung der Markierungspunkte 16. Jedes Spiegelsegment auf Spiegelrad 221 deckt den gleichen Winkelbereich auf Spiegelrad 221 ab, um eine gleiche Helligkeit der Markierungspunkte zu gewährleisten.

15 Figuren 23 und 24 zeigen ähnliche Ausführungsformen, bei denen jedoch Spiegelrad 221 durch Strahlsäge 231 ersetzt wurde. Ähnlich wie Spiegelrad 221 weist auch Strahlsäge 231 Spiegelsegmente mit unterschiedlicher Ausrichtung auf. Wieder ist jedem Spiegelsegment auf Strahlsäge 231 ein Spiegelsegment auf Spiegelring 203 zugeordnet. Strahlsäge 231 wird durch Lager 232 und Justagelager
20 233 gehalten. Durch Justagelager 233 kann Strahlsäge 231 um ihre Längsachse gedreht werden um die Spiegelsegmente von Strahlsäge 231 auszurichten. In weiteren Ausführungsformen können Lager 232 und/oder Justagelager 233 in der Zeichnungsebene nach oben und unten und/oder senkrecht zur Zeichnungsebene zu Justagezwecken bewegbar sein. Die Justage kann durch eine Einstellschraube
25 für jeden Freiheitsgrad erfolgen. Zur Vermeidung von ~~Spil~~Spiel können die Lager durch Federn gegen die Einstellschrauben vorgespannt sein. Strahlsäge 231 wird durch Motor 237 über Exzenter 236 und Pleuel 234 angetrieben. Pleuel 234 kann eine Justageschraube 235 aufweisen, durch die die Länge von Pleuel 234 verändert werden kann. Justageschraube 235 kann ein Linksgewinde für das rechte Pleuelteil
30 und ein Rechtsgewinde für das linke Pleuelteil aufweisen. Nach der Justage kann Justageschraube 235 durch Schraubenlack fixiert werden.

Aufgrund des Antriebs durch Exzenter 236 und Pleuel 234 vollführt Strahlsäge 231 eine näherungsweise sinusförmige Bewegung. Um eine gleiche Helligkeit der Markierungspunkte zu erreichen, sind die inneren Spiegelsegmente auf Strahlsäge 231 größer als die äußeren. Die Helligkeit der einzelnen Markierungspunkte kann
5 aber auch durch Amplituden- und/oder Pulsweitenmodulation verändert und insbesondere angeglichen werden. Die in Fig. 24 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von Fig. 23 lediglich durch den Antrieb von Strahlsäge 231. In Fig. 24 wird Strahlsäge 231 durch Spule 238 angetrieben, die je nach Stromfluss mehr oder weniger in Magneten 239 eintaucht. Feder 240 legt die Ruhelage von
10 Strahlsäge 231 fest. Der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit von Strahlsäge 231 kann näherungsweise dreieck- oder sinusförmig sein. In beiden Fällen müssen die inneren Segmente größer als die Äußeren sein, um eine gleiche Helligkeit der Markierungspunkte bei zeitlich konstanter Laserleistung zu gewährleisten.

In jeder der in Figuren 20, 21, 23 und 24 dargestellten Ausführungsformen wird
15 während einer Periode der Bewegung von Pflugspiegel 201 oder Strahlsäge 231 jedes Spiegelsegment zweimal überstrichen. Durch Ausschalten von Laser 63 während der Hin- oder Rückbewegung bei Bewegungsfrequenzen von Pflugspiegel 201 oder Strahlsäge 231 von unter 20 Hz nimmt der Benutzer das Umlaufen der Markierungspunkte um die Messfläche im oder gegen den Uhrzeigersinn wahr.
20 Hierdurch kann dem Benutzer ein Steigen oder Fallen der gemessenen Temperatur angezeigt werden. Die Frequenz kann den Betrag der zeitliche Ableitung der gemessenen Temperatur visualisieren.

Bei Bewegungsfrequenzen oberhalb von 25 bis 30 Hz von Pflugspiegel 201, Spiegelrad 221 oder Strahlsäge 231 nimmt der Benutzer die Markierungspunkte als
25 feststehendes Muster wahr. Durch Ein- und Ausschalten von Laser 63 kann die Helligkeit einzelner Markierungspunkte verändert werden. Ferner kann durch geschicktes Ein- und Ausschalten von Laser 63 synchron zur Bewegung von Pflugspiegel 201, Spiegelrad 221 oder Strahlsäge 231 lediglich eine Untergruppe von Markierungspunkten erleuchtet werden. Umfasst die Untergruppe lediglich
30 einen Markierungspunkt und wechselt die Untergruppe nach kurzer Zeit zum nächsten Markierungspunkt, so hat der Benutzer den visuellen Eindruck, dass der Markierungspunkt um die Messfläche herumläuft. Durch geschicktes Ein- und ausschalten von Laser 63 können alle örtlichen und zeitlichen

Markierungspunktmuster dargestellt werden, die im Zusammenhang mit der in Figuren 25 und 26 dargestellten Ausführungsform weiter unten erläutert werden.

Bei allen Ausführungsformen mit einem Spiegelring 203 legt die Anzahl von Spiegelsegmenten 204 die maximale Anzahl von Markierungspunkten fest. In einer Ausführungsform können sechs solcher Spiegelsegmente, in einer anderen acht vorgesehen sein.

Fig. 25 zeigt eine Explosionsdarstellung eines Laserrings für eine Visiereinrichtung für ein Radiometer. Fig. 26 zeigt ein Blockschaltbild einer Ansteuerschaltung für die Laser des Laserrings. Gemäß der in Figuren 25 und 26 dargestellten Ausführungsform ist für jeden Markierungspunkt eine Lichtquelle, insbesondere ein Halbleiterlaser 244 vorgesehen.

Insbesondere bei preiswerten Lasern besteht das Problem, dass ihre optische Achse nicht gegenüber dem Gehäuse ausgerichtet ist. Aus diesem Grund sind konische Einzelaufnahmen 242 vorgesehen. Sowohl das Innere als auch das Äußere der Aufnahmen 242 ist konisch. Jeder Laser 244 wird in eine Aufnahme 242 eingeführt. Dann wird die optische Achse des Lasers 244 parallel zu einer mechanischen Achse von Einzelaufnahme 242 ausgerichtet. Die mechanische Achse kann beispielsweise die Rotationsachse von Einzelaufnahme 242 sein. Um später die Anschlussdrähte von Lasern 244 definiert gegenüber Laserring 241 auszurichten, können Einzelaufnahmen 242 eine Nut 248 aufweisen. Deshalb muss die mechanische Achse einer Einzelaufnahme nicht notwendigerweise deren Symmetrieachse sein.

Nach dem Ausrichten wird das Gehäuse von Laser 244 mit Einzelaufnahme 242 mittels einer Vergussmasse 243 vergossen. Als Vergussmasse können beispielsweise ein Elastomer oder Epoxydharzkleber verwendet werden.

Laserring 241, der als Gesamtaufnahme dient, weist für jeden Laser einen Hohlraum 247 auf. Das Innere jedes Hohlraums 247 ist ebenfalls konisch geformt und passt formschlüssig mit dem Äußeren der Einzelaufnahmen 242 zusammen. Werden also in Einzelaufnahmen 242 ausgerichtete und vergossene Laser 244 in Hohlräume 247 von Laserring 241 eingeführt, so sind die Laser 244 automatisch gegenüber Laserring 241 ausgerichtet. Schließlich wird noch Deckel 245 montiert.

Laserring 241 ist außerdem so geformt, dass er nach seinem Einbau in das Gehäuse des Radiometers automatisch gegenüber der optischen Achse des IR-Strahlengangs ausgerichtet ist.

Fig. 26 zeigt ein Blockschaltbild einer Ansteuerschaltung 250 für Laser 244. Die Ansteuerschaltung umfasst Laser 244, Photodioden 251, Schalttransistoren 252, Leistungstransistor 253, Widerstand 254, Regler 255, Widerstand 256, DA-Wandler 257, Schieberegister 258 und 259 und Versorgungsspannungsanschluss 260. Die beiden Schieberegister 258 und 259 können durch einen Prozessor 261, insbesondere einen Mikrocontroller, oder einen Expansionsport ersetzt sein.

- 10 Die Ansteuerschaltung steuert über einen Mikrocontroller beispielsweise acht Laser 244. Die Laser werden im Multiplexverfahren angesteuert, sodass nur ein Laser gleichzeitig eingeschaltet ist. In einer anderen Ausführungsform können auch zwei Laser gleichzeitig eingeschaltet sein. In dieser Ausführungsform sind zwei Regler 255 vorgesehen. Die Laser haben eine Stromaufnahme von ca. 50 mA.
- 15 Da die Laserleistung aus Sicherheitsgründen begrenzt und für jeden Laser individuell abgeglichen werden muss, ist die Regelung so ausgelegt, dass für jeden Laser ein individueller Sollwert eingestellt werden kann. Die verschiedenen Sollwerte sind in Schieberegister 259 digital gespeichert. Schieberegister 259 gibt den aktuellen Sollwert an DA-Wandler 257 aus. Dieser führt eine Digital-Analog-20 Wandlung durch und gibt den analogen Sollwert an Regler 255 aus. Der Istwert für die Laserregelung wird aus Photodioden 251 gewonnen. Der Fotostrom erzeugt an Widerstand 256 einen Spannungsabfall und wird als Istwert Regler 255 zugeführt. Für jeden Laser 244 ist eine Photodiode 251 vorgesehen. Um mit einer möglichst geringen Anzahl von Pins auszukommen, sind die Photodioden parallel geschaltet.
- 25 Die Laserauswahl erfolgt über Schieberegister 258 und Schalttransistoren 252. Schieberegister 258 sorgt dafür, dass lediglich einer der Schalttransistoren 252 leitend geschaltet ist, sodass die Schalttransistoren als Schaltelemente wirken. Der leitende Schalttransistor verbindet den entsprechenden Laser mit Leistungstransistor 253. Dieser erhält das Ausgangssignal von Regler 255 über30 Widerstand 254.

Alternativ zur Ansteuerung über Schieberegister 258 und 259 kann ein Parallelbus mit insgesamt acht Bit Breite verwendet werden. Davon sind vier Bit für DA-Wandler 257, 3 Bit für die Laserauswahl mit nachgeschaltetem 1 aus acht Dekodierer und ein Bit für Power down vorgesehen.

- 5 Die Multiplexfrequenz liegt im Bereich unter 1kHz. Die Betriebsspannung U_B für die Laser muss nicht stabilisiert, aber größer als 2,3 Volt sein.

Die Steuerung der Laser 244 kann nun so erfolgen, dass sie nacheinander mit einer Frequenz von mehr als etwa 25 bis 30 Hz eingeschaltet werden. Wie oben erwähnt ist in diesem Fall das Multiplexen für den Betrachter unsichtbar und die Markierung
10 der Messfläche erscheint als stehendes Bild. Erfolgt das Multiplexen mit einer geringeren Frequenz als etwa 20 Hz, so nimmt dies der Betrachter als Lauflichteffekt wahr. Die Frequenz kann proportional zum Betrag der zeitlichen Ableitung der gemessenen Temperatur gewählt werden und die Umlaufrichtung das Vorzeichen der Temperaturänderung angeben.

- 15 Ferner können durch Erleuchten einer Untergruppe von Lasern mit einer Frequenz über 25 Hz geometrische Formen wie etwa Dreieck, Viereck, Raute, Sechseck etc. angezeigt werden. Diese Bilder können dann bestimmten Messzuständen zugeordnet werden. Messzustände können z. B. sein: gemessene Temperatur liegt in einem Temperaturbereich, gemessene Temperatur über- oder unterschreitet
20 einen Grenzwert oder Batteriealarm.

- Auch können die Laser in zwei Untergruppen eingeteilt werden. Die Laser der ersten Untergruppe werden beispielsweise so schnell aus- und eingeschaltet, dass dies der Benutzer als Dauerlicht wahrnimmt. Die Laser der zweiten Untergruppe werden so langsam aus- und eingeschaltet, sodass der Benutzer das Blinken wahrnimmt.
25 Durch diese Kombination können dem Benutzers sowohl die Änderungsrate der gemessenen Temperatur als auch Messzustände visualisiert werden.

Anstelle von Lasern können in obigen Ausführungsformen auch andere Lichtquellen eingesetzt werden. Hierfür kommen vor allem LEDs und Bogenlampen mit einer entsprechenden Optik in Frage.

- 30 Die Erfindung wurde zuvor anhand von bevorzugten Ausführungsformen näher erläutert. Für einen Fachmann ist jedoch offensichtlich, dass verschiedene

Abwandlungen und Modifikationen gemacht werden können, ohne vom Geist der Erfindung abzuweichen. Deshalb wird der Schutzbereich durch die nachfolgenden Ansprüche und ihre Äquivalente festgelegt.

Bezugszeichenliste

1	Radiometer mit Laservisier	35	74, 75 Achse
2	Pyrosensor		76, 77 Arm
3	IR-Linse		78, 79 Führung
5 4	IR-Strahlengang	111	Lager
5	Gehäuse		112, 113, 114, 115, 119, 120 Draht
6	Lasermodule	40 116	Kante
7	Linse	117	Blattfeder
8	Prisma		118, 123 Piezoaktuator
10 9	Halterung	121	Schraubenfeder
10	Loch	122	Drehpunkt
11	Visierstrahlengang	45 124	Kerbe
12	Öffnungswinkel des Visierstrahlengangs		141, 142 Piezobiegewandler
15 13	Öffnungswinkel des IR- Strahlengangs	143	Prisma
14	Radiusunterschied	161	Messfläche
15	Markierung	171	Blinken
16	Markierungspunkte	50 181	sektorisierter Spiegel
20 17	optische Achse	182	konkave Sektoren
18	Linsenprisma	183	nach innen geneigter, konkaver Sektor
31	IR-durchlässiger Spiegel	190	Punktbild
32	Glas	55 191	zentraler Punkt
41	Spiegel mit Loch	201	Piezobiegewandler
25 42	konkave Linse	202	Pflugspiegel
51	schräg gestellte IR-Linse	203	segmentierter Spiegelring
52	Metallisierung	204	Spiegelsegmente
61, 62	Piezobiegewandler	60 205	Seitenspiegel
63	Laser	206	Visierstrahlen
30 64,65	Anschlussleitung	221	Spiegelrad
66	Verbindungsstück	222	Antriebsriemen
67	Befestigung	223	Motor
71,72	Piezoaktuator	65 231	Strahlsäge
73	Lager	232	Lager
		233	Justagelager

	234	Pleuel		248	Nut
	235	Justageschraube	15	250	Laserregelung
	236	Exzenter		251	Photodioden
	237	Motor		252	Schalttransistoren
5	238	Spule		253	Leistungstransistor
	239	Magnet		254	Widerstand
	240	Feder	20	255	Regler
	241	Laserring		256	Widerstand
	242	konische Aufnahmen		257	DA-Wandler
10	243	Vergussmasse		258, 259	Schieberegister
	244	Laser		260	Versorgungsspannungs-
	245	Deckel	25		anschluss, V_{CC}
	246, 247	Hohlraum		261	Prozessor

Patentansprüche

1. Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst, mit:

einer Lichtquelle (63) zum Emittieren eines sichtbaren Lichtstrahls, der die
5 Messfläche markiert;

gekennzeichnet durch:

einen Aktuator, nämlich einen Piezoaktuator (61, 62, 71, 72, 118, 123, 141, 142, 201) zum Steuern der Richtung des Lichtstrahls.
2. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
10 Piezoaktuator ein Piezobiegewandler (61, 62, 71, 72, 118, 123, 141, 142, 201) ist.
3. Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst, mit:

einer Lichtquelle (63) zum Emittieren eines sichtbaren Lichtstrahls, der die
15 Messfläche markiert;

gekennzeichnet durch:

einen Aktuator zum Steuern der Richtung des Lichtstrahls, wobei der Aktuator eine Spule (238) umfasst, wobei sich im Inneren der Spule (238) ein Magnet (239) befindet, so dass die Spule (238) den Magneten (239) entsprechend
20 dem Stromfluss durch die Spule aus der Spule (238) herausdrückt oder in die Spule (238) hineinzieht.
4. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Visiereinrichtung einen segmentierten Spiegel (202, 204, 221, 231) zur Aufteilung des von der Lichtquelle gelieferten Lichts auf
25 verschiedene Visierstrahlen (206) im Zeitmultiplex-Verfahren aufweist.
5. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle ein Laser (63) ist, wobei am Aktuator (201, 234 – 237, 238, 239) ein erster Spiegel (202) befestigt ist, der vom

Aktuator (201, 234 – 237, 238, 239) bewegt werden kann und den Laserstrahl zu einem segmentierten Spiegel (203, 204, 205) umlenkt, wobei jedes Segment des segmentierten Spiegels (203, 204, 205) den Laserstrahl zur Markierung der Messfläche ablenkt.

- 5 6. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mittleren Segmente des segmentierten Spiegels (202, 231) größer als die äußeren Segmente sind.
7. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Visiereinrichtung einen X-Aktuator (61, 71, 123, 142) und einen Y-Aktuator (62, 72, 118, 141) aufweist, um die Position des Lichtstrahls in zwei Dimensionen auf der Messfläche zu steuern.
8. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (63) am Aktuator (61, 62, 71, 72) befestigt ist.
- 10 9. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, 7 oder 8, , dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (63) drehbar aufgehängt ist und eine Führung (78, 79) aufweist, in die ein Ende des Aktuators (71, 72) so bewegbar befestigt ist, dass der Piezoaktuator (71, 72) die Lichtquelle (63) drehen kann.
- 20 10. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (63) drehbar aufgehängt ist und über Drähte mit einem Ende des Aktuators (118, 123) so verbunden ist, dass der Aktuator (118, 123) die Lichtquelle (63) drehen kann.
- 25 11. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1, 2, oder 7, so weit sich Anspruch 7 auf Ansprüche 1 oder 2 rückbezieht, dadurch gekennzeichnet, dass der Piezoaktuator (141, 142) zumindest teilweise verspiegelt ist, wobei der Lichtstrahl auf den verspiegelten Teil des Piezoaktuators fällt, sodass der Piezoaktuator in Abhängigkeit der an ihm anliegenden Spannung die Richtung des Lichtstrahls ändert.
- 30 12. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Visiereinrichtung die Richtung des Lichtstrahls schrittartig verändert, sodass der Lichtstrahl die Messfläche durch Punkte oder kurze Striche markiert.

13. Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst, mit:
- Lichtquellen (244), wobei jede Lichtquelle (244) einen sichtbaren Lichtstrahl emittiert und die Lichtquellen (242) so angeordnet sind, dass die Lichtstrahlen helle Punkte am Rand der Messfläche erzeugen;
- 5 gekennzeichnet durch:
- eine Steuerschaltung (252 - 260) zum Ein- und Ausschalten der mindestens drei Lichtquellen (244), wobei die Steuerschaltung (252 - 260) mit jeder der Lichtquellen verbunden und so beschaffen ist, dass höchstens zwei
- 10 Lichtquellen gleichzeitig eingeschaltet sind. 14. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Punkte oder kurzen Striche in einer vorgegebenen Reihenfolge mit einer Frequenz von bis zu 20 Hz angeleuchtet werden, sodass ein Benutzer den visuellen Eindruck hat, ein Punkt würde um die Messfläche herumlaufen, wobei die Frequenz in einem
- 15 monotonen Zusammenhang mit dem Betrag der zeitlichen Ableitung der vom Radiometer gemessenen Temperatur steht.
15. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Punkte vom Lichtstrahl mit einer Frequenz von mehr als 25 Hz erleuchtet werden, sodass das menschliche Auge die Markierung als stehendes Bild
- 20 wahrnimmt.
16. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Untergruppe aller Punkte erleuchtet wird, wobei die Untergruppe einem Messzustand wie z. B. Grenzwertüberschreitung oder Batteriealarm zugeordnet ist.
- 25 17. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Untergruppe aller Punkte mit einer Frequenz von bis zu 20 Hz in einer vorgegebenen Reihenfolge erleuchtet werden und eine zweite Untergruppe aller Punkte mit einer Frequenz von über 25 Hz erleuchtet werden, wobei die erste und zweite Untergruppe Messzustände
- 30 anzeigen.

18. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 17, soweit sich Ansprüche 14 bis 17 auf Anspruch 13 rückbeziehen, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerschaltung (252 - 260) eine Schaltstufe (252) aufweist, die für jede Lichtquelle (244) ein Schaltelement umfasst, wobei jede Lichtquelle mit einem Schaltelement verbunden ist, und alle Schaltelemente mit einem Regler (255) verbunden sind, wobei der Regler (255) die Helligkeit der mit ihm verbundenen Lichtquelle regelt.
19. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerschaltung ferner einen Digital-Analog-Wandler (257) und einen Prozessor (261) aufweist, wobei der Prozessor mit der Schaltstufe (252) verbunden ist, um diese zu steuern und eine Lichtquelle (244) einzuschalten, wobei der Prozessor mit dem Digital-Analog-Wandler (257) verbunden ist und dem Digital-Analog-Wandler (257) einen digitalen Sollwert zuführt, wobei der Digital-Analog-Wandler (257) den digitalen Sollwert in einen analogen Sollwert wandelt, den der Digital-Analog-Wandler (257) dem Regler (255) zuführt, wobei dem Regler ferner (255) ein Istwert von einer Photodiode (251) zugeführt wird, wobei die Photodiode (251) die Helligkeit der eingeschalteten Lichtquelle (244) misst, und wobei der Regler (255) sein Ausgangssignal über die Schaltstufe (252) der eingeschalteten Lichtquelle (244) zuführt.
20. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtstrahl mit konstanter Winkelgeschwindigkeit geführt wird und die schrittartige Veränderung der Richtung des Lichtstrahls durch einen sektorisierten Spiegel (181) erfolgt, wobei der sektorisierte Spiegel (181) drei konkave Sektoren (182) aufweist.
21. Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst, mit:
einer Lichtquelle (63) zum Emittieren eines sichtbaren Lichtstrahls, der die Messfläche markiert;
dadurch gekennzeichnet, dass
die Lichtquelle den Lichtstrahl mit konstanter Winkelgeschwindigkeit führt und die Visiereinrichtung einen sektorisierten Spiegel (181) umfasst, auf den der

Lichtstrahl fällt, wobei der sektorisierte Spiegel (181) eine schrittartige Veränderung der Richtung des Lichtstrahls verursacht, wobei der sektorisierte Spiegel (181) drei konkave Sektoren (182) aufweist.

22. Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer
5 Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst, mit:

einer Lichtquelle (244), die in einem Gehäuse gefasst ist;

einer Einzelaufnahme (242), die einen Hohlraum (246) aufweist, der größer als die Außenabmessungen des Gehäuses der Lichtquelle ist und das Gehäuse der Lichtquelle aufnimmt; und

- 10 einer Vergussmasse (243), die das Gehäuse der Lichtquelle (244) im Hohlraum (246) fixiert, wobei die Vergussmasse (243) so geformt ist, dass die optische Achse der Lichtquelle (244) parallel zu einer mechanischen Achse der Einzelaufnahme (242) verläuft.

23. Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer
15 Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst, mit:

einer Vielzahl von Lichtquellen (244); und

einer Vielzahl von Einzelaufnahmen (242), wobei für jede Lichtquelle eine Einzelaufnahme vorgesehen ist, wobei eine optische Achse jeder Lichtquelle parallel zu einer mechanischen Achse der entsprechenden Einzelaufnahme ausgerichtet ist.

24. Visiereinrichtung gemäß Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenform jeder Einzelaufnahme (242) konisch ist.

25. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass ferner eine Gesamtaufnahme (241) in der
25 Visiereinrichtung vorgesehen ist, wobei die Gesamtaufnahme (241) wiederum einen Hohlraum (247) für jede Einzelaufnahme (242) aufweist, wobei die innere Mantelfläche jedes Hohlraums (247) der Gesamtaufnahme (241) formschlüssig mit der Außenform der Einzelaufnahme (242) zusammenpasst, die in den Hohlraum (247) eingeschoben ist.

26. Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle ein Halbleiterlaser (63) ist.
27. Radiometer mit:
- 5 einem IR-Detektor (2) ;
- einer Linse (3, 51), die so gegenüber dem IR-Detektor (2) angeordnet ist, dass sie IR-Strahlung (4) von einer Messfläche auf den Detektor (2) fokussiert;
- einer Lichtquelle (6), die sichtbares Licht zum Markieren der Messfläche emittiert;
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass ein Strahlengang des sichtbaren Lichts durch die Linse (3, 51) verläuft.
28. Radiometer gemäß Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass durch den IR-Detektor (2) und die Linse (3, 51) eine optische Achse festgelegt wird, wobei der Strahlengang des von der Lichtquelle (6) emittierten sichtbaren Lichts zur optischen Achse hin verläuft ohne diese notwendigerweise zu schneiden, und
- 15 in der Nähe der optischen Achse durch ein Umlenkmittel (8, 18, 31, 41, 52) umgelenkt wird, sodass der Strahlengang des sichtbaren Lichts (11) von da an entlang der optischen Achse verläuft.
29. Radiometer gemäß Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel (8, 18, 31, 41, 52) so geformt ist, dass das Umlenkmittel (8, 18, 31, 41, 52) Lichtstrahlen, die das Umlenkmittel an verschiedenen Orten treffen, um unterschiedliche Winkel ablenkt.
- 20
30. Radiometer gemäß Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel durch ein Prisma (8, 18) gebildet wird.
31. Radiometer gemäß Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel durch einen Spiegel (31, 41, 52) gebildet wird.
- 25
32. Radiometer gemäß einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (3) dort eine Bohrung aufweist, wo das sichtbare Licht die Linse (3) passiert.

33. Radiometer gemäß einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel um die optische Achse herum ein Loch aufweist, durch das IR-Strahlung (4) auf den Detektor (2) fallen kann.
34. Radiometer gemäß einem der Ansprüche 28 bis 32, soweit sich Anspruch 32 auf einen der Ansprüche 28 bis 31 rückbezieht, sowie 33, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Lichtquelle (6) und dem Umlenkmittel (8) eine zweite Linse (7,42) für sichtbares Licht angeordnet ist.
35. Radiometer gemäß Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (51) gegenüber der optischen Achse schräg gestellt ist, sodass der reflektierte Anteil der auf diese Seite der Linse treffenden IR-Strahlung geringer als der reflektierte Anteil der auf diese Seite der Linse treffenden Strahlung der Lichtquelle (6) ist.
36. Radiometer gemäß einem der Ansprüche 27 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass das Radiometer eine Visiereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 26 enthält.
37. Verfahren für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, mit:
- Emittieren eines sichtbaren Lichtstrahls durch eine Lichtquelle (63) zum Markieren der Messfläche;
- gekennzeichnet durch:
- Steuern der Richtung des Lichtstrahls durch einen Piezoaktuator (61, 62, 71, 72, 118, 123, 141, 142, 201).
38. Verfahren für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, mit:
- Emittieren eines sichtbaren Lichtstrahls durch eine Lichtquelle (63) zum Markieren der Messfläche;
- gekennzeichnet durch:

Steuern der Richtung des Lichtstrahls durch einen Aktuator, wobei der Aktuator eine Spule (238) umfasst, wobei sich im Inneren der Spule (238) ein Magnet (239) befindet, so dass die Spule (238) den Magneten (239) entsprechend dem Stromfluss durch die Spule aus der Spule (238) herausdrückt oder in die Spule (238) hineinzieht.

39. Verfahren für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, mit:

Emittieren sichtbarer Lichtstrahlen durch Lichtquellen (244) zum Markieren der Messfläche, wobei jede Lichtquelle (244) einen Lichtstrahl emittiert;

10 gekennzeichnet durch:

Ein- und Ausschalten der mindestens drei Lichtquellen (244), wobei höchstens zwei Lichtquellen gleichzeitig eingeschaltet sind.40. Verfahren für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, mit:

15 Emittieren eines sichtbaren Lichtstrahls durch eine Lichtquelle (63) zum Markieren der Messfläche;

gekennzeichnet durch:

Führen des Lichtstrahls mit konstanter Winkelgeschwindigkeit und

schrittartiges Verändern der Richtung des Lichtstrahls durch einen sektorisierten Spiegel (181), wobei der sektorisierte Spiegel (181) drei konkave Sektoren (182) aufweist.

41. Verfahren für ein Radiometer (1) zum Justieren einer Lichtquelle zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, mit:

Einführen eines Gehäuses einer Lichtquelle (244) in eine Einzelaufnahme (242);

25 paralleles Ausrichten der optischen Achse der Lichtquelle (242) zu einer mechanischen Achse der Einzelaufnahme (242); und

Vergießen des Gehäuses der Lichtquelle (244) mit der Einzelaufnahme (242).

42. Verfahren für ein Radiometer (1) mit:

Fokussieren von von einer Messfläche emittierten IR-Strahlung (4) mittels einer Linse (3, 51) auf einem IR-Detektor (2);

5 Bestimmen einer Temperatur der Messfläche basierend auf dem vom IR-Detektor (2) gelieferten Signal;

Markieren der Messfläche durch sichtbares Licht;

gekennzeichnet durch:

Führen des sichtbaren Lichts durch die Linse (3) hindurch;



10



Zusammenfassung

Diese Erfindung bezieht sich auf ein Radiometer mit einem IR-Detektor (2), einer Linse (3, 51) und einer Lichtquelle (6). Die Linse (3, 51) ist so gegenüber dem IR-Detektor (2) angeordnet, dass sie IR-Strahlung (4) von einer Messfläche auf den
5 Detektor (2) fokussiert. Die Lichtquelle (6) emittiert sichtbares Licht zum Markieren der Messfläche. Der Strahlengang des sichtbaren Lichts verläuft durch die Linse (3, 51). Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Visiereinrichtung für ein Radiometer (1) zum sichtbaren Markieren einer Messfläche, deren Temperatur das Radiometer misst. Die Visiereinrichtung weist eine Lichtquelle (63) zum Emittieren eines
10 sichtbaren Lichtstrahls auf, der die Messfläche markiert. Ein Piezoaktuator (61, 62, 71, 72, 118, 123, 141, 142) steuert die Richtung des Lichtstrahls. Alternativ zum Piezoaktuator kann der Lichtstrahl mit konstanter Winkelgeschwindigkeit geführt werden und eine schrittartige Veränderung der Richtung des Lichtstrahls durch einen sektorisierten Spiegel (181) erfolgen. Der sektorisierte Spiegel (181) weist
15 mindestens drei konkave Sektoren (182) auf. Schließlich bezieht sich die Erfindung auf entsprechende Verfahren. Darüber hinaus bezieht sich die Erfindung auf die Justage von Lichtquellen (244) in eine Visiereinrichtung.

Bitte mit der Zusammenfassung veröffentlichen: Fig. 1

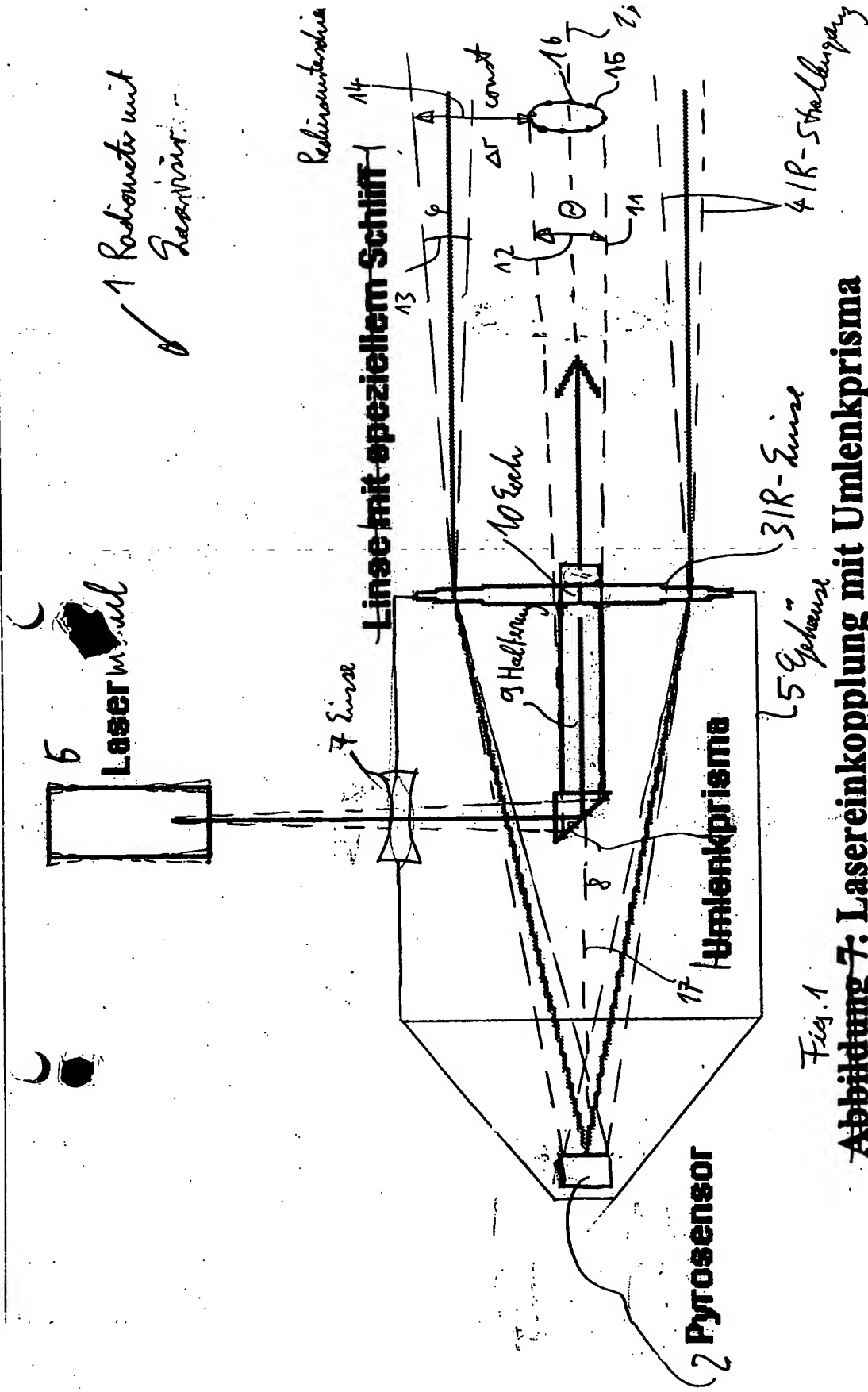


Fig. 1

Abbildung 7: Lasereinkopplung mit Umlenkprisma

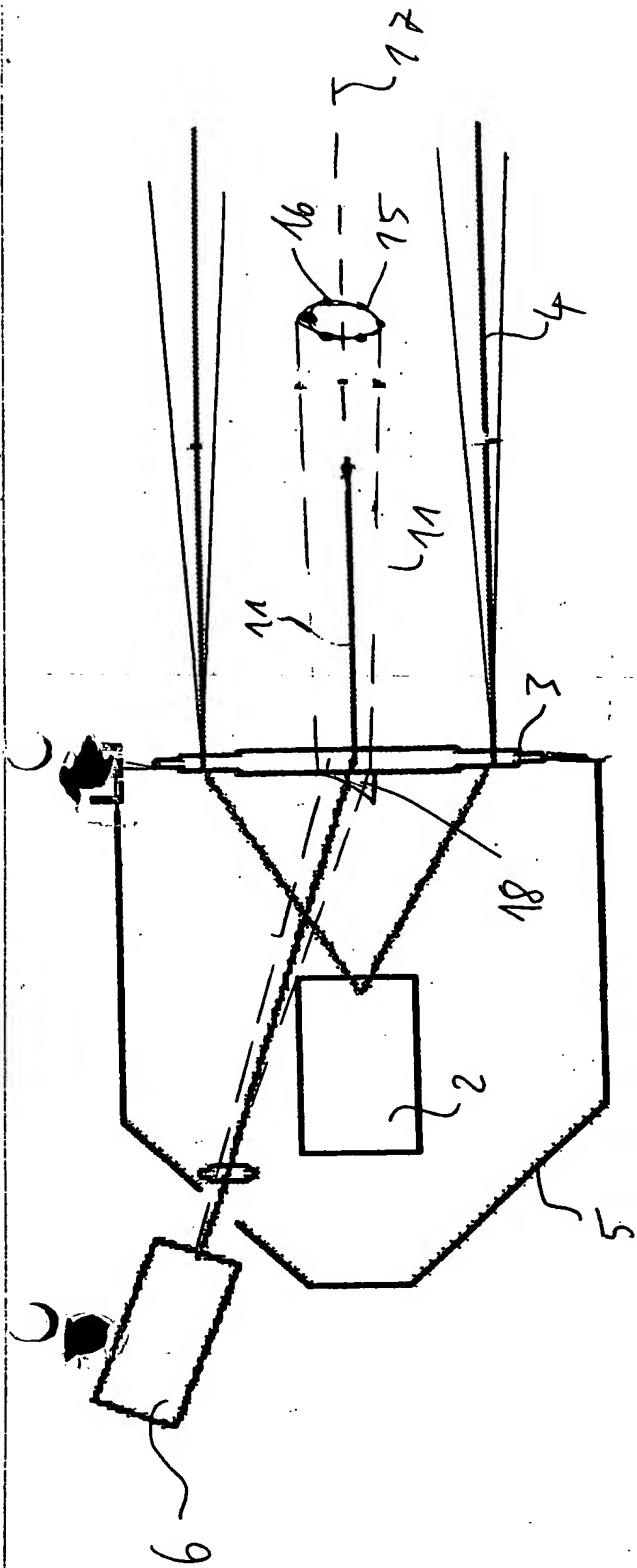


Abbildung 6: Lasereinkopplung von hinten

Fig. 2

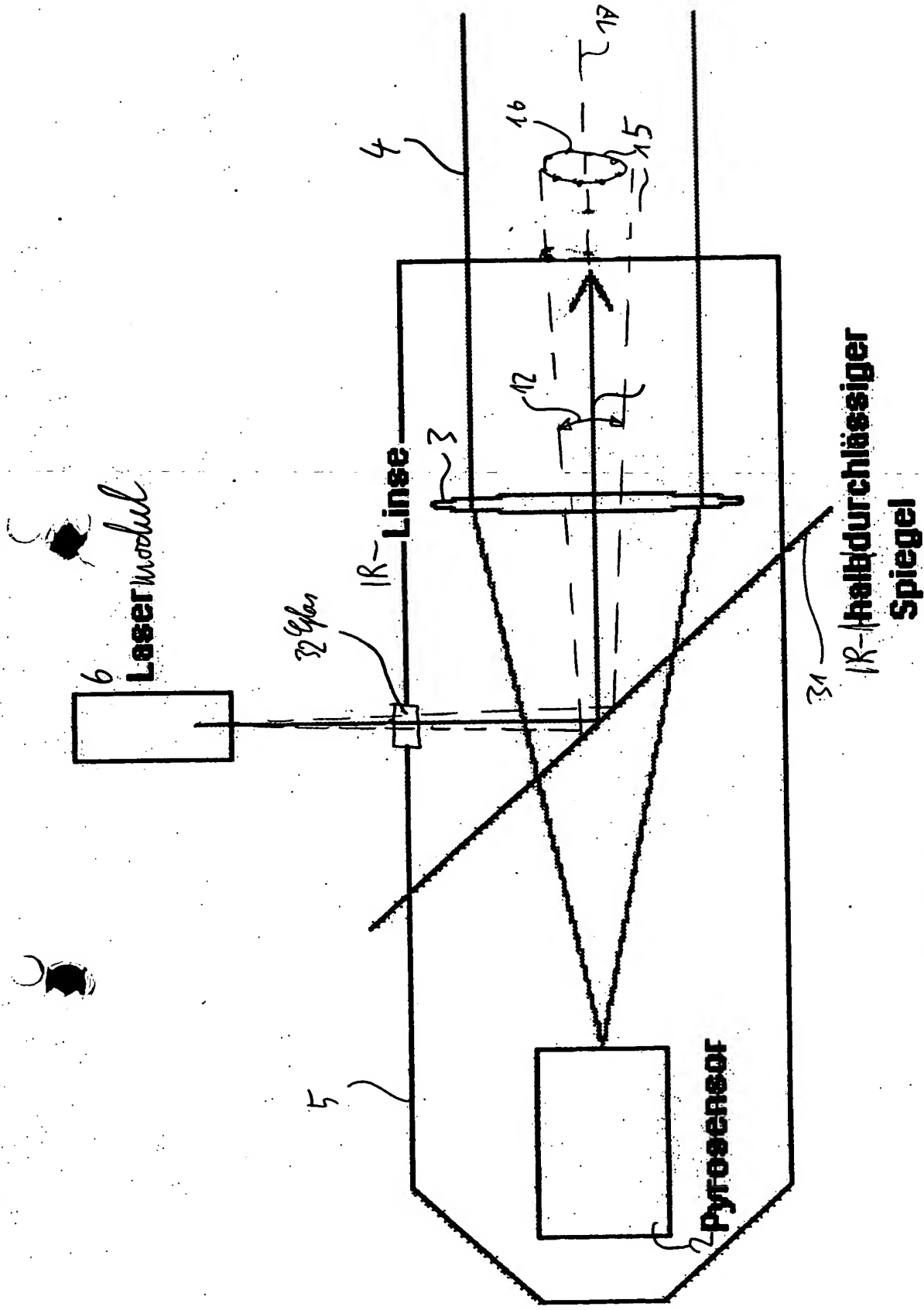


Fig. 3

Abbildung 5: Lasereinkopplung von der Seite